QL
401
C742
Moll

Bollettino Malacologico
INTERNATIONAL JOURNAL OF MALACOLOGY
XXXIX 2003
(1-4)

I Congresso Internazionale delle Società Malacologiche Europee
V Congresso della Società Italiana di Malacologia

Genova, 12-16 novembre 2000

Autorizzazione Tribunale di Milano n. 479 del 15 Ottobre 1983
Spedizione in A.P. Art. 2 comma 20/C Legge 662/96 - Roma
Novembre 2003 spedizione n.2 - 2003

ISSN 0394-7149

SHOUT
SHARE
IT

SOCIETA' ITALIANA DI MALACOLOGIA

SEDE SOCIALE: c/o Acquario Civico, Viale Gadio, 2 - 20121 Milano
http://www.aicon.com/sim

CONSIGLIO DIRETTIVO 2003-2006

PRESIDENTE: Bruno Dell'Angelo
VICEPRESIDENTE: Giovanni Buzzurro
SEGRETARIO: Paolo Crovato
TESORIERE: Sergio Duraccio
CONSIGLIERI: Enzo Campani, Stefano Chiarelli, Massimo Cretella, Antonino Di Bella, Maurizio Forli, Rafael La Perna, Giuseppe Martucci, Morena Tisselli

REVISORI DEI CONTI: Giuseppe Fasulo, Alberto Pingitore

REDAZIONE SCIENTIFICA - *EDITORIAL BOARD*

DIRETTORE - EDITOR IN CHIEF
Stefano Schiaparelli

CO-DIRETTORI - CO-EDITORS:

Marco Taviani (Palaeontology, Palaeoecology)
ISMAR, Sezione di Bologna CNR

Bruno Sabelli (Systematics, Taxonomy)
Museo di Zoologia, Università di Bologna

Giuseppe Manganelli (Land and Freshwater Molluscs)
Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Siena

Stefano Schiaparelli (Ecology)
Dip.Te.Ris., Università di Genova

LINEA EDITORIALE

Il *Bollettino Malacologico* è pubblicato dalla Società Italiana di Malacologia. Il suo scopo è la comprensione e la divulgazione di tutti gli aspetti della malacologia attraverso la pubblicazione di articoli originali, note brevi e monografie riguardanti la tassonomia, l'ecologia e la biodiversità di molluschi sia viventi che fossili.
L'area mediterranea e quelle collegate ad essa da un punto di vista paleontologico od ecologico riceveranno particolare attenzione ai fini della pubblicazione dei contributi.
Sono accettati lavori scritti in inglese, italiano, francese e spagnolo. Ogni anno vengono pubblicati tre fascicoli del *Bollettino Malacologico*. Monografie, atti o contributi più lunghi di venti pagine (nella loro versione definitiva) verranno pubblicati come supplemento; la data approssimativa di pubblicazione deve essere concordata in anticipo con gli Editori.

CITATO NEI: *Zoological Records*.

INVIO DEI MANOSCRITTI E PROCESSO DI REVISIONE

I manoscritti vanno inviati in triplice copia (un originale e due copie di buona qualità) al Direttore Scientifico:

Stefano Schiaparelli
Dip.Te.Ris. Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse
Università di Genova
C.so Europa 26, Genova, I-16132, Italia
steschia@dipteris.unige.it

Ogni manoscritto deve essere accompagnato da una lettera di accompagnamento con l'esplicita dichiarazione che i dati trattati non sono stati pubblicati precedentemente, che non sono presi in considerazione per la pubblicazione presso altra rivista e che la loro pubblicazione è stata approvata da tutti i coautori. Un abstract in formato elettronico può essere inviato (anche via posta elettronica) insieme al manoscritto cartaceo, al fine di poter velocizzare le fasi iniziali del processo di revisione.
Una lista dei potenziali referees (preferibilmente stranieri) con relativo indirizzo (completo di indirizzo di posta elettronica), può essere fornita insieme al manoscritto; la scelta di questi referees rimane tuttavia giudizio insindacabile degli editori.
La ricezione del manoscritto verrà immediatamente comunicata all'Autore ed il manoscritto verrà inviato ad almeno due referees per la revisione. I referees assistono i Co-editori e il Direttore Scientifico nel processo di valutazione dei manoscritti al fine di ottenere commenti e suggerimenti in grado di migliorare il testo prima della sua eventuale accettazione e pubblicazione sul *Bollettino Malacologico*. I commenti dei revisori verranno comunicati all'Autore non appena il manoscritto sia stato corretto da due referees ed una decisione editoriale raggiunta. La data di ricezione e quella di accettazione del manoscritto verranno riportate sulla prima pagina della versione finale del contributo. Tutto il materiale che accompagna un manoscritto accettato (figure e fotografie incluse) rimane proprietà della S.I.M. e pertanto non verrà restituito all'Autore.

EDITORIAL POLICY

The Bollettino Malacologico is published by the Italian Society of Malacology. It is devoted to the understanding of all aspects of Malacology and publishes original articles, short notes and monographs regarding taxonomy, ecology and biodiversity of living and fossil molluscs. The Mediterranean area and those paleontologically-ecologically connected to it will receive special attention.
Manuscripts in English, Italian, French and Spanish are accepted. Three issues of the Bollettino Malacologico appear each year. Monographs, proceedings or papers longer than 20 pages (in their final version) will be published as a supplement, and their time schedule should be discussed in advance with the Editors.

INDEXED IN: Zoological Records.

MANUSCRIPT SUBMISSION AND THE REVIEW PROCESS

Manuscripts should be submitted in triplicate (the original and two copies of good quality) to the Editor-in-Chief:

Stefano Schiaparelli
Dip.Te.Ris. Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse
Università di Genova
C.so Europa 26, Genova, I-16132, Italia
steschia@dipteris.unige.it

A cover letter should accompany each manuscript and include a statement that the data therein described have not been published before, that they are not under consideration for publication anywhere else and that the publication has been approved by all co-authors. An electronic abstract can be sent with the manuscript (or by e-mail) in order to facilitate the initial stages of the review process.
A list of potential reviewers (preferably outside Italy) with relative addresses and e-mail, may be included, althought their choice is under the judgement of the editors.
The manuscript receipt will be immediately acknowledged to the corresponding author and the manuscript will be normally revieved, in a timely manner, by at least two referees. The referees assist the Co-Editors and the Editor-in-Chief in their effort to obtain comments and suggestion for acceptance of manuscripts. The reviewers comments will be notified as soon as two referee have checked the manuscript and an editorial decision has been reached.
The dates of receipt and acceptance will be noted on the title page of the published contribution. All the material that accompany an accepted manuscript (including figures and photograps) remains propetty of the S.I.M. and will not sent back to the authors.

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (1-4): 1-6 , 2003 - Società Italiana di Malacologia

Specie rare nel Censimento della Malacofauna Marina Italiana

Daniele Bedulli, Filippo Bassignani & Alberto Bertelli

SMITHSONIAN
JAN 14 2004
LIBRARIES

KEY WORDS: biogeografia, molluschi, Mar Mediterraneo, rarità, conservazione.

ABSTRACT Our study proposes a method to define, to find and to briefly analyse the most rare species of a data set within the "Censimento della Malacofauna Marina delle Coste Italiane" (Census of Italian Marine Molluscs). The data were collected by the SIM (Italian Malacological Society) and are organised in the database available on an Internet website managed by ENEA and the Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale of the University of Parma: It contains about 20.000 records on 901 species sampled in 663 localities distributed along the whole Italian coastal perimeter. Because of collecting methods used for the census (manual collection from shore and during diving; dredge and/or grab) we focus on molluscs with shell, living in benthic habitat. Thus we consider only the taxa: Gastropoda Prosobranchia and Heterobranchia Heterostropha, Bivalvia and Polyplacophora; we excluded from our analysis Chephalopoda and Opistobranchia. In total 797 species are considered; most of them have small dimension and appear distributed in small populations on a few localities. Species defined "rare" are 76 and they are briefly analysed by taking into consideration the following parameters: taxonomy, dimensions and biogeogtaphy (in particular the species distribution). Gastropoda is the taxon most represented within both all the 797 species and the rare species. Again in Gastropoda most species have small dimensions, consideting both all species and the rare species. Finally, we found that most of rare species are endemic of the Mediterranean basin.

RIASSUNTO La nostra ricerca presenta un metodo quantitativo per definire, individuare e analizzare brevemente le specie più rare all'interno del set di dati raccolti dal "Censimento della Malacofauna Marina delle Coste Italiane". I dati utilizzati sono stati raccolti dalla SIM (Società Italiana di Malacologia) e sono stati organizzati in un database che comprende circa 20.000 records riguardanti 901 specie; i campionamenti si riferiscono a 663 località distribuite lungo l'intero perimetro costiero. Il database è consultabile su Internet in un sito gestito dall'ENEA, in collaborazione col Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale dell'Università di Parma. Per questioni inerenti ai metodi di campionamento e di conservazione utilizzati, sono state considerate solo le specie appartenenti ai taxa: Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia Heterostropha, Bivalvia e Polyplacophora (complessivamente 797 specie). Le specie individuate come rare sono 76 e sono brevemente analizzate considerando: suddivisione sistematica, caratteristiche dimensionali e corologia. I primi due parametri evidenziano una tendenza generale riscontrabile anche nell'ambito della malacofauna marina italiana nel suo complesso: i Gastropodi ne rappresentano la maggior parte e sono in maggioranza di piccole dimensioni. Il terzo parametro invece rivela, per le specie rare, una prevalente distribuzione endemica del bacino Mediterraneo.

Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale, Università di Parma, Parco Area delle Scienze 11A, 43100 PARMA.
E-mail: bedulli@biol.unipr.it

INTRODUZIONE

La comprensione del concetto di rarità è molto importante sia dal punto di vista teorico che per quanto riguarda le applicazioni in campo conservazionistico. In effetti, tale concetto è piuttosto complesso e comprende diversi tipi di distribuzione. Il modello che è considerato rappresentativo della tendenza generale su scala geografica è il seguente: le specie più ricche di individui sono quelle distribuite su aree più ampie. Si determina pertanto una relazione tra densità locale e ampiezza della distribuzione (GASTON 1998), relazione confermata anche nella nostra ricerca (fig. 6). E' possibile comunque che specie localmente abbondanti abbiano una distribuzione molto ristretta mentre specie con ampia distribuzione abbiano ovunque densità bassissime (JOHNSON 1998).

In effetti, non si è ancora compreso appieno l'importanza relativa dell'abbondanza locale e del tipo di distribuzione su scala geografica nel determinare la rarità di una specie ed il livello di rischio di estinzione che essa corre (GASTON 1998). A questo si deve aggiungere che la rarità di una specie è determinata da almeno uno dei seguenti fattori: piccole dimensioni delle sue popolazioni; ristrettezza del suo areale e specializzazione per un habitat particolare (MYERS 1997). In base a tutte queste considerazioni lo stesso autore ritiene che in quasi tutti i biota la maggioranza delle specie sia da considerare rara. In particolare rimangono ignoti i fattori che determinano la rarità degli invertebrati marini, i quali rappresentano la componente predominante della biodiversità nelle aree costiere (CHAPMAN 1999). Nella maggior parte dei casi per questi organismi mancano quasi completamente dati quantitativi su: abbondanza, distribuzione, relazione con l'habitat, modelli di dispersione e di interazione tra popolazioni.

Tutto questo rende impossibile una determinazione appropriata della rarità. Gli invertebrati marini bentonici sono animali piccoli e criptici solitamente distribuiti in modo irregolare ed imprevedibile (CHAPMAN 1999). Le loro popolazioni, in certi casi, risultano distribuite secondo un complesso modello a macchie di leopardo al cui interno si rilevano presenze estremamente localizzate definite "endemismi di macchia"; questo modello di insediamento appare collegato alle caratteristiche dei microhabitat (SCHLACHER *et al.* 1998). E' pertanto evidente che informazioni attendibili sulla rarità e sulle strategie di conservazione delle comunità di invertebrati bentonici necessitano di programmi di campionamento condotti su grandi aree (CHAPMAN 1999).

Il nostro studio si basa sul censimento dei molluschi marini italiani condotto dalla Società Italiana di Malacologia (S.I.M.); esso propone un criterio quantitativo per definire ed individuare le specie rare e per analizzarne alcune caratteristiche morfologiche, sistematiche e biogeografiche, al fine di comprendere alcuni dei fattori che ne influenzino la rarità.

MATERIALI E METODI

Per l'individuazione delle specie rare abbiamo utilizzato i dati raccolti dalla S.I.M. (Società Italiana di Malacologia) nonché i risultati di varie campagne di campionamento realizzate da diversi istituti di ricerca. I dati sono stati ordinati nel database "Censimento della malacofauna marina delle coste italiane", con-

sultabile su Internet in un sito gestito dall'ENEA (Ente per le Nuove Tecnologie, L'Energia e l'Ambiente) in collaborazione col Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale dell'Università di Parma (http://estaxp.santateresa.enea.it./www/censim/censimento.html). Il database contiene 19.226 records riguardanti 901 specie di molluschi campionati durante il periodo 01/01/1958 - 31/12/1997 in 663 località, distribuite lungo il perimetro delle coste italiane.

Per l'analisi delle specie rare abbiamo considerato solo: Gastropoda Prosobranchia ed Heterobranchia Heterostropha, Bivalvia e Polyplacophora (complessivamente 797 specie) in quanto riteniamo che gli altri taxa abbiano caratteristiche ecologiche e morfologiche tali da renderli più difficilmente campionabili con le tecniche utilizzate per il censimento (raccolta manuale da riva e in immersione; raccolta tramite benna e/o draga). Abbiamo inoltre omesso le specie descritte dopo il 1985, poiché all'epoca in cui si è svolto il Censimento della malacofauna marina italiana, tali specie erano virtualmente sconosciute. Per la sistematica dei taxa considerati si rimanda a BEDULLI *et al.*, 1995a; BEDULLI *et al.*, 1995b; BODON *et al.*, 1995.

Poiché non esiste un criterio per definire in modo univoco la rarità di una specie (MYERS, 1997) abbiamo utilizzato un criterio quantitativo applicabile ai dati raccolti nel censimento. A questo scopo sono state prese in considerazione sia le specie raccolte viventi che i nicchi e sono state considerate solo le specie presenti in un solo record, con 10 individui o meno.

Sono invece state escluse tre specie di Prosobranchi pelagici di cui sono stati rinvenuti i nicchi nei sedimenti: *Carinaria lamarckii* Peron e Lesueur, 1810, *Pterotrachea coronata* Niebuhr, 1775, *Pterotrachea hippocampus* Philippi, 1836, perché i metodi di campionamento utilizzati sono efficaci essenzialmente per la raccolta di organismi bentonici e, pertanto, la presenza dei resti di organismi appartenenti ad altri domini è da considerarsi accidentale.

Le specie rare individuate sono state analizzate considerando le seguenti caratteristiche: dimensioni, corologia e distribuzione sulle coste italiane. Per le dimensioni abbiamo utilizzato le misure massime riportate in bibliografia (AARTSEN VAN J.J., 1977; AARTSEN VAN J.J., 1981; AARTSEN VAN J.J., 1987; AARTSEN VAN J.J., 1994; GIANNUZZI-SAVELLI *et al.*, 1994; GIANNUZZI-SAVELLI *et al.*, 1996; GIANNUZZI-SAVELLI R. *et al.*, 1999; NORDSIECK F., 1977. PARENZAN P., 1970; POPPE T. G. & GOTO Y., 1991) riferite alla dimensione maggiore (l'altezza per i Gasteropodi Prosobranchi, il diametro antero-posteriore per i Bivalvi e la lunghezza per i Poliplacofori). Per la corologia abbiamo considerato gli areali delle specie riportati in letteratura, utilizzando le seguenti suddivisioni biogeografiche:

ar = regione Artica
bo = regione Boreale
ce = regione Celtica
m = regione Atlanto-mediterranea: provincia Mediterranea
lu = regione Atlanto-mediterranea: provincia Lusitanica
mau=regione Atlanto-mediterranea: provincia Mauritanica
se = regione Atlanto-mediterranea: provincia Senegalese

Per l'analisi della distribuzione abbiamo utilizzato una suddivisione in unità geografiche, definite lotti, comprendenti circa 300 records (vedere BASSIGNANI *et al.*, 2002 in questo stesso numero del *Bollettino Malacologico*) e un indice di ricchezza specifica (I.R.S.), definito come il rapporto fra numero di specie rinvenute in un lotto e numero di records nel lotto medesimo.

RISULTATI

Per quanto riguarda i taxa utilizzati, su 1096 specie presenti nella Check-list delle specie della fauna italiana, il Censimento della malacofauna marina ne ha segnalate 797. Utilizzando il criterio descritto in materiali e metodi sono state individuate 76 specie rare (3 Poliplacofori, 57 Gasteropodi e 16 Bivalvi, vedi allegato). Tra queste specie rare i Prosobranchi rappresentano il 7,5% di quelli presenti nella Check-list, i Bivalvi il 5,13% e i Poliplacofori il 12,5%.

La prima caratteristica presa in considerazione è la distribuzione in classi dimensionali (tab. 1, fig. 1).

I bivalvi sono ugualmente ripartiti in varie classi dimensionali, mentre la maggior parte dei prosobranchi appartengono alle due classi dimensionali inferiori (< 6 mm).

La seconda caratteristica presa in considerazione è la corologia delle specie. Utilizzando le distribuzioni geografiche indicate in materiali e metodi abbiamo individuato le seguenti categorie corologiche (tab. 2, fig. 2):

1- specie endemiche mediterranee = m
2- specie a distribuzione mediterranea ed atlantica nord orientale = ar, bo, ce, lu, m
3- specie a distribuzione mediterranea e mauritanico-senegalese = lu, m, mau, se
4- specie mediterranee e ad ampia ripartizione atlantico-orientale = bo, ce, lu, mau, se, m

Il dato principale è l'alta percentuale di specie endemiche mediterranee (53% sul totale delle 76 specie rare) quasi tutte costituite da Prosobranchi (46% sempre sul totale delle 76 specie rare).

In tab. 3 è rappresentata la suddivisione in lotti con relativi n° di records, n° di specie rare e I.R.S. Dalla tabella può osservare che:

1 - il numero di specie rare nei lotti non è significativamente correlato al n° di records (test di correlazione lineare: r = -0.01; n = 59; p = n.s.) e quindi può essere considerato svincolato dallo sforzo di campionamento;

2 - il numero di specie rare nei lotti è moderatamente correlato all'I.R.S. ($p < 0.05$, fig. 3), che è una misura della ricchezza specifica dei lotti, tuttavia il coefficiente di correlazione è estremamente basso (0,244).

DISCUSSIONE

Una prima considerazione riguarda proprio il data set su cui abbiamo lavorato: le 797 specie considerate rappresentano il 73% delle 1096 presenti nella Check-list.

Le motivazioni della mancata segnalazione di molte specie possono essere ricondotte ad una o più delle seguenti cause:

1) habitat pelagico
2) presenza esclusiva in acque profonde, scarsamente campionate
3) piccole dimensioni

4) difficoltà di determinazione tassonomica, soprattutto in alcune famiglie che ancora non hanno una sistematica consolidata.
L'assenza di segnalazione per un numero così elevato di specie costituisce un limite al nostro lavoro ed è molto probabile che una proporzione elevata di specie rare sia compresa tra quelle risultate assenti. Va tuttavia sottolineato che probabilmente non si potrà mai avere un censimento che riguardi un'area di tale vastità e che rilevi la presenza di tutte le specie effettivamente presenti nei mari italiani. D'altra parte la richiesta di informazioni sulla rarità delle specie, ai fini della biologia della conservazione, è sicuramente un'esigenza scientifica primaria e urgente.
Poiché abbiamo utilizzato un criterio di rarità estremamente restrittivo (specie rinvenute in un solo record con non più di 10 individui) il futuro rinvenimento di altre specie rare non inficerà i risultati ottenuti. Dato che lo scopo prioritario che ci siamo prefissi è quello di individuare a quali caratteristiche sia legata la rarità di una specie, limitarsi a considerare il 73% delle specie presenti nei mari italiani non dovrebbe pregiudicare l'attendibilità dei risultati.

Classi Dimensionali mm	Poliplacofori	Gasteropodi	Bivalvi	Totale
0-3		10	3	13
3,1-6	1	23		24
6,1-10	2	8	1	11
10,1-15		7	2	9
15,1-30		4	2	6
30,1-50		4	5	8
>50		1	3	5
Totale	3	57	16	76

Tab. 1. Distribuzione in classi dimensionali delle specie rare

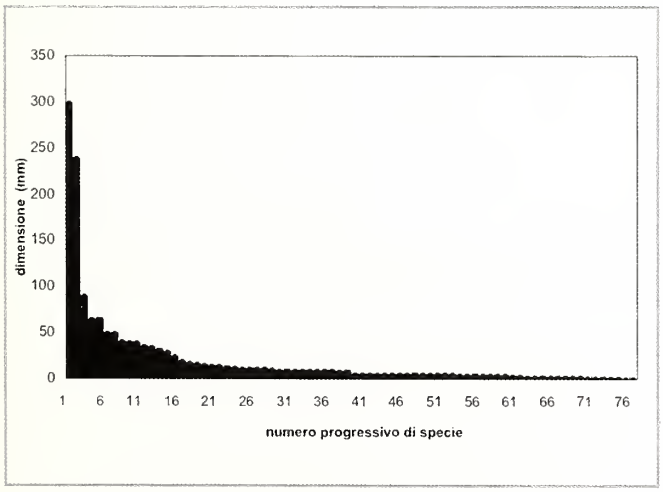


Fig. 1. Distribuzione delle specie rare in ordine di dimensione decrescente

Tra le specie rare, la prevalenza di Gasteropodi, rispetto agli altri due taxa considerati, ricalca la tendenza generale rilevabile nel complesso dei dati riferiti alla malacofauna delle acque marine italiane.
Per quanto riguarda le classi dimensionali (tab. 1, fig. 1) si rileva che, a differenza di quanto avviene nei Bivalvi, nei Gasteropodi il 58% delle specie non supera i 6 mm. Per capire se questo risultato sia un artefatto dovuto alla presenza di un gran numero di Gasteropodi di piccole dimensioni o se effettivamente fra i Gasteropodi rari ci sia una proporzione maggiore di specie piccole, le dimensioni dei Gasteropodi rari sono state confrontate con quelle di tutti i Gasteropodi presenti nelle acque marine italiane.
A questo scopo sono stati utilizzati i dati riportati in letteratura, le dimensioni sono state riunite nelle stesse classi dimensionali utilizzate per le specie rare (tab. 1).
Le dimensioni medie dei gasteropodi rari non sono risultate significativamente diverse da quelle di tutti i gasteropodi (test ANOVA, F = 0.085; p n. s.).

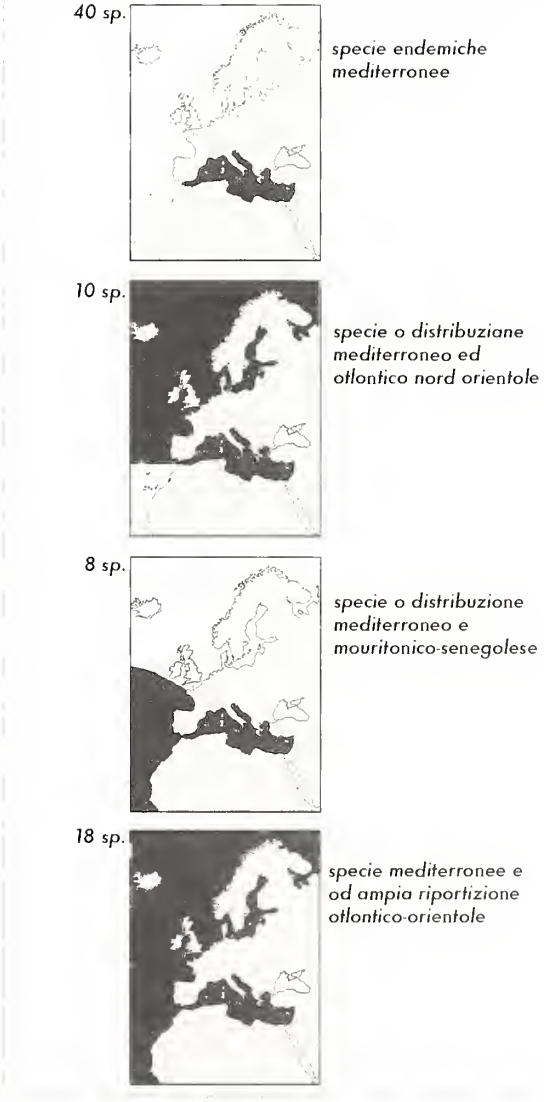

40 sp.
specie endemiche mediterranee
10 sp.
specie o distribuziane mediterroneo ed ottontico nord orientole
8 sp.
specie o distribuzione mediterroneo e mouritonico-senegolese
18 sp.
specie mediterronee e od ampia riportizione ottontico-orientole

Fig. 2. Tipi corologici delle specie rare

Tipo corologico	Poliplacofori	Gasteropodi	Bivalvi	Totale
specie endemiche mediterranee		35	5	40 (53%)
specie a distribuzione mediterranea ed atlantica nord orientale		7	3	10 (13%)
specie a distribuzione mediterranea e mauritanico-senegalese		6	2	8 (11%)
specie mediterranee e ad ampia ripartizione atlantico-orientale	3	10	5	18 (34%)
Totale	3	58	15	76

Tab. 2. Distribuzione delle specie rare in base alla corologia.

Per quanto riguarda la corologia (tab. 2, fig. 2) si rileva che il 53% delle specie rare è endemico del Mediterraneo; tra di esse il 46% è costituito da Prosobranchi. Questo dato riveste una rilevanza notevole se si considera che normalmente la percentuale di specie endemiche negli altri gruppi marini è stimata attorno al 20%. Si può quindi ipotizzare la presenza di casi di neospeciazione avvenuti a carico di specie d'origine atlantica, le cui popolazioni si sarebbero adattate a particolari microhabitat presenti in aree ristrette del Mar Mediterraneo.

Per quanto riguarda la distribuzione delle specie rare, si può osservare che:

1 - si può effettuare un confronto fra i diversi lotti (corrispondenti a diverse aree geografiche) basato sul numero di specie rare trovate; infatti quest'ultimo parametro non risulta correlato al n° di records (in altri termini il numero di specie rare non dipende dalle variazioni nello sforzo di campionamento).

2 - il numero di specie rare nei lotti mostra una moderata tendenza a crescere là dove il lotto presenta un I.R.S. più elevato, tuttavia il basso coefficiente di correlazione indica che fattori diversi dall'IRS hanno influenza nel determinare la distribuzione del numero di specie rare.

In generale, senza limitarsi esclusivamente alla nostra ricerca, i motivi per cui una specie viene segnalata raramente nel benthos, possiamo suddividerli in due categorie:

A - La difficoltà di reperimento o di identificazione di una specie in realtà non rara.

B - L'effettiva rarità della specie.

A sua volta la difficoltà di reperimento o identificazione può essere dovuta a:

1) Piccole dimensioni degli individui
2) Specie di difficile identificazione
3) Confusione nella sistematica del gruppo
4) Presenza esclusiva in habitat profondo

Tutti questi motivi possono aver influenzato in misura non trascurabile i nostri risultati; per il momento tuttavia non è possibile prevedere una maggior disponibilità di dati per i fondali marini del Mediterraneo ed in particolare per quanto riguarda l'habitat profondo.

Per quanto riguarda invece l'effettiva rarità delle specie, questa può essere dovuta ad almeno una delle seguenti cause:

1 - Presenza in un areale molto ridotto (possibili endemismi non ancora ben identificati).

2 - Densità di popolazione molto bassa e/o popolazioni molto piccole, indipendentemente dalla vastità dell'areale.

Nel primo caso va ricordato che in ambiente marino, diversamente a quanto avviene negli ambienti terrestri, il fenomeno dell'endemismo legato ad aree ristrette o puntiformi è abbastanza raro. Nel passato alcuni esempi di specie ritenute endemiche si sono rivelati in seguito essere popolazioni differenziate esclusivamente dal punto di vista morfologico. Del resto la dispersione larvale o dei gameti tramite le correnti rende molto difficile se non quasi impossibile una distribuzione puntiforme. A conferma di ciò nella nostra ricerca nessuna delle 76 specie rinvenute come rare risulta endemica di un'area ristretta.

Nome del lotto	N° record	N° specie rare	IRS
Napoli centro sud	347	9	0,68
Ionio Matera + Taranto	347	5	0,80
Marche	356	5	0,56
Palermo ovest	310	5	0,71
Lazio	385	4	0,65
Napoli sud	404	4	0,66
Messina + Catania	204	3	0,76
Napoli Procida	311	3	0,77
Ragusa + Agrigento	197	3	0,68
Cagliari ovest	376	2	0,53
La Spezia	373	2	0,79
Messina Tirreno	403	2	0,48
Oristano	288	2	0,73
Potenza	321	2	0,52
Sassari ovest	267	2	0,57
Trapani local. varie	242	2	0,60
Trieste	366	2	0,60
Venezia profond. 18-33	350	2	0,41
Bari+Brindisi+Le Adriat.	281	1	0,57
Cagliari centro	238	1	0,70
Calabria	348	1	0,60
Capraia (Li)	195	1	0,75
Elba (Li)	407	1	0,54
Genova est	352	1	0,73
Genova ovest	376	1	0,64
Imperia	414	1	0,52
Messina Ionio	227	1	0,63
Napoli Isole	289	1	0,73
Napoli nord	376	1	0,64
Nuoro est + Sassari	392	1	0,47
Nuoro ovest	387	1	0,47
Ravenna + Ferrara	308	1	0,26
Savona	283	1	0,62
Siracusa sud	296	1	0,76
Udine-Gorizia	194	1	0,69

Tab.3. Numero di record, numero di specie rare e valori IRS nei lotti

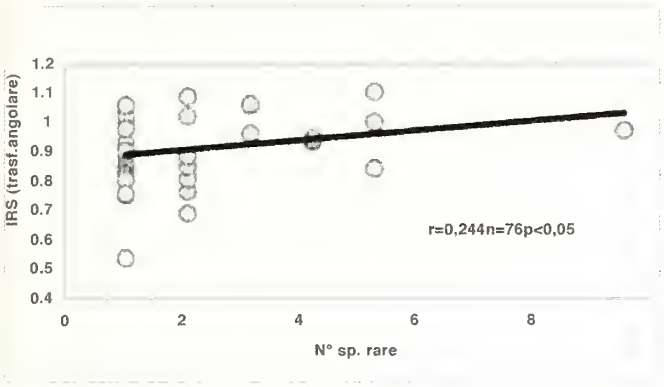


Fig. 3. Correlazione fra la trasformazione angolare dell'IRS ed il numero di specie rare nei lotti

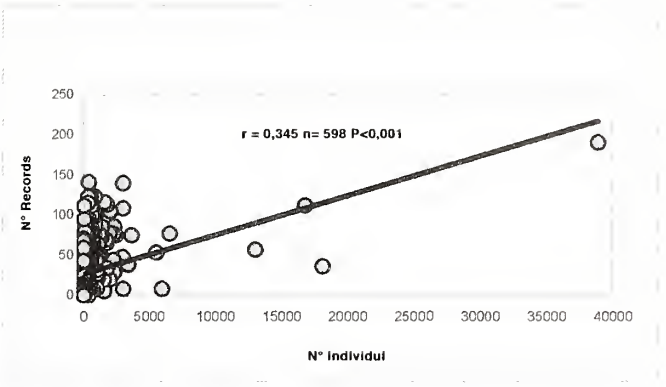


Fig. 6. Correlazione fra numero di records e numero di individui per le 797 specie considerate

Relativamente al secondo caso, numerosi autori ritengono che, fra gli invertebrati, gran parte delle specie sia poco frequente; per esempio MYERS (1997) ritiene che in quasi tutti i biota la maggioranza delle specie sia da considerare rara. In effetti, considerando la distribuzione della densità e della frequenza nelle 797 specie utilizzate per la nostra ricerca si può osservare che: a) poche specie mostrano un'alta densità; b) metà delle specie sono state ritrovate con non più di 60 individui e ben 200 specie (oltre il 25%) sono state rinvenute con meno di 10 individui (fig. 4); c) poche specie sono rilevate con alta frequenza (per esempio solo il 15,2% è presente in più di 50 records, fig. 5).
In accordo con questi risultati nei mari italiani si rileva la tendenza ad avere poche specie presenti con popolazioni ad alta densità e ampiamente diffuse. Viceversa una grande percentuale di specie ha diffusione ristretta e popolazioni di pochi individui (fig. 6).

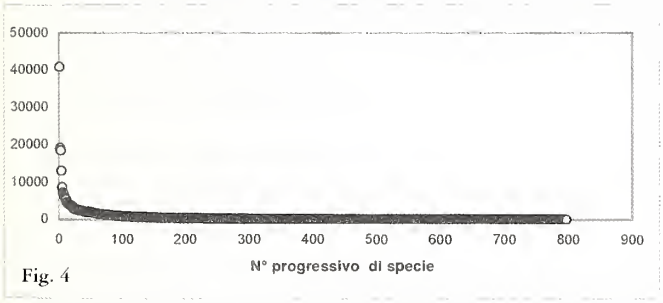


Fig. 4

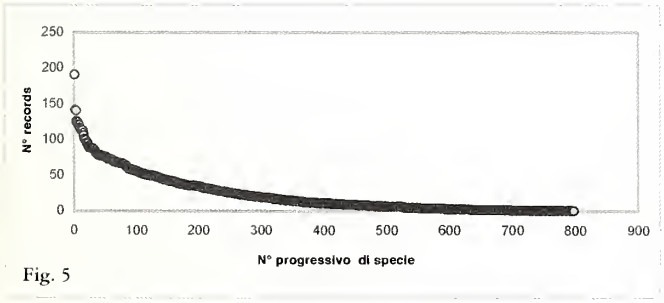


Fig. 5

Fig. 4. Distribuzione delle 797 specie di gastropoda Prosobranchia ed Heterobranchia Heterostropha, Bivalvia e Polyplacophora, in ordine di densità decrescente
Fig. 5. Distribuzione delle 797 specie di gastropoda Prosobranchia ed Heterobranchia Heterostropha, Bivalvia e Polyplacophora, in ordine di frequenza decrescente

CONCLUSIONI

Abbiamo utilizzato 797 specie censite pari al 73% delle 1096 indicate nella Check-list. Abbiamo inoltre utilizzato un criterio di rarità estremamente restrittivo (specie rinvenute una sola volta con non più di 10 individui).
I risultati mostrano che nei Gasteropodi il 58% delle specie non supera i 6 mm; in prima istanza le specie rare apparirebbero caratterizzate da piccole dimensioni. Tuttavia il confronto con le misure di tutti i Gasteropodi presenti nelle acque italiane mostra che il dato è in accordo con l'andamento dimensionale generale. Dal punto di vista biogeografico il 53% delle specie è endemico del Mediterraneo, di queste il 46% è rappresentato dai Gasteropodi. Il risultato potrebbe essere spiegato ipotizzando fenomeni di neospeciazione, a partire da specie atlantiche, che hanno dato origine a nuove specie legate a microhabitat particolari o ad aree ristrette.
Viene messo in evidenza come in Mediterraneo poche specie presentino alta densità ed alta diffusione, mentre una grande percentuale di esse siano poco diffuse e con pochi individui.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo il Signor Franceso Pusateri per la collaborazione prestata.

BIBLIOGRAFIA

AARTSEN VAN J.J., 1977. European Pyramidellidae: I. *Chrysallida*. *Conchiglie*, 13(3-4): 49-64.

AARTSEN VAN J.J., 1981. European Pyramidellidae: II. *Turbonilla*. *Bollettino Malacologico*, 17(5-6). 61-88.

AARTSEN VAN J.J., 1987. European Pyramidellidae: III. *Odostomia* and *Ondina*. *Bollettino Malacologico*, 23(1-4): 1-34.

AARTSEN VAN J.J., 1994. European Pyramidellidae: IV. The genera *Eulimella, Anysocyda, Syrniola, Cingulina, Oscilla* and *Cardiopsis*. *Bollettino Malacologico*, 30 (5-9): 85-110.

BASSIGNANI F., BEDULLI D. & MESORACA M., 2002. Analisi biogeografica della malacofauna marina italiana. *Bollettino Malacologico*. (stesso volume)

BEDULLI D., DELL'ANGELO B., & V. SALVINI PLAWÉN L., 1995a. Caudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora, Monoplacophora. In: MINELLI A., RUFFO S. & LA POSTA S. (Eds.): *Checklist delle specie della fauna italiana*.. Bologna, Calderini 13: 1-5.

BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI L. & SPADA G., 1995b. Bivalvia, Scaphopoda.

In: Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (Eds.): *Checklist delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 17: 1-21.

Bodon M., Favilli L., Giannuzzi Savelli R., Giovine F., Giusti F., Manganelli G., Melone G., Oliverio M., Sabelli B. & Spada G., 1995. Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia Heterostropha.. In Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (Eds.): *Checklist delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 14: 1-61.

Chapman M. G., 1999. Are there adequate data to assess how well theories of rarity apply to marine invertebrates? *Biodiversity and Conservation*, 8 (10): 1295-1318.

Gaston K. J., 1998. Rarity as double jeopardy. *Nature*, 384: 225-230.

Giannuzzi Savelli R., Pusateri F., Palmeri A., Ebreo C., 1994. Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. I (Archeogastropoda). *La Conchiglia* Ed., Roma, 125 pp.

Giannuzzi Savelli R., Pusateri F., Palmeri A., Ebreo C.., 1996. Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. II (Caenogastropoda parte 1:Discopoda - Heteropoda). *La Conchiglia* Ed., Roma, 258 pp.

Giannuzzi Savelli R., Pusateri F., Palmeri A., Ebreo C., 1999. Atlante delle conchiglie marine del Mediterraneo. Vol. III (Caenogastropoda parte 2: Ptenoglossa). Evolver Ed., Roma, 127 pp.

Johnson C., 1998. Rarity in the tropics: latitudinal gradient in distribution and abundance in Australian mammals. *Journal of Animal Ecology*, 67: 685-688.

Myers N., 1997. Global Biodiversity II. In Meffe G. K. *et al.* Eds. *Principles of Conservation Biology*. II ed.. Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA:123-158.

Nordsieck F., 1977. *The turridae of the European Seas*. La Piramide per *La Conchiglia*, Roma, 131 pp.

Parenzan P., 1970. Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. I Gasteropodi. Bios Taras Ed., Taranto, 284 pp.

Poppe T. G., Goto Y., 1991. *European seashells*, Vol. I (*Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda*). Verlag Christa Hemmen Ed., Wiesbaden, 352 pp.

Schlacher T. A., Newell P., Clavier J., Schlacher-Hoelinger M. A., Chevillon C. & Britton J., 1998. Soft-sediment benthic communities structure in a coral reef lagoon - the prominence of spatial heterogeneity and "spot endemism". *Marine Ecology Progress Series*, 174: 159-174.

ALLEGATO

Elenco delle specie rinvenute rare (n° = 76)

POLYPLACOPHORA

Lepidopleurus cimicoides (Monterosato, 1879)
Ischnochiton vanhellei (Kaas, 1985)
Acanthochitona crinita (Pennant, 1777)

GASTROPODA PROSOBRANCHIA
E HETEROBRANCHIA HETEROSTROPHA

Fissurisepta granulosa (Jeffreys, 1883)
Putzeysia wiseri (Calcara, 1842)
Cantrainea peloritana (Cantraine, 1835)
Cirsonella romettensis (Seguenza G., 1873)
Turritella decipiens (Monterosato, 1878)
Cerithium haustellum (Monterosato, 1903)
Cerithium protractum (Bivona Ant., 1838)
Eatonina celata (Monterosato, 1884)
Alvania clathrella (Seguenza L., 1903)
Botryphallus epidauricus (Brusina, 1866)
Simnia purpurea (Risso, 1826)
Lamellaria latens (Mueller, 1776)
Euspira grossularia (Marche-Marchad, 1957)
Ranella olearia (Linne, 1758)
Cerithiopsis barleei (Jeffreys, 1867)
Cerithiopsis diadema (Monterosato, 1874)
Cerithiopsis fajalensis (Watson, 1886)
Epitonium striatissimum (Monterosato, 1878)
Aclis ascaris (Turton, 1819)
Cima cylindrica (Jeffreys, 1856)
Graphis gracilis (Monterosato, 1874)
Melanella hoscii (Payaraudeau, 1827)
Melanella lubrica (Monterosato, 1890)
Melanella monterosatoi (Monterosato, 1890 ex De Boury ms.)
Melanella petitiana (Brusina,1869)
Ocinebrina hybrida (Arads & Benoit, 1876)
Coralliophila sofiae (Aradas & Benoit,1876)
Chauvetia recondita (Brugnone, 1873)
Cyclope pellucida (Risso, 1826)
Mitrella coccinea (Philippi, 1836)
Mitrella pallaryi (Dauntzeberg, 1927)
Mitrella pediculus (Kobelt, 1895)
Gibberula turgidula (Locard & Caziot, 1900)
Fusiturris undatiruga (Bivona Ant. in Bivona And., 1838)
Mangelia brusinae (Van Aartsen & Fehr de Wal, 1978)
Raphitoma horrida (Monterosato, 1884)
Heliacus alleryi (Seguenza G., 1876)
Pyramidella minuscula (Monterosato, 1880)
Chrysallida monterosatii (Clessin, 1900)
Chrysallida terebellum (Philippi, 1844)
Eulimella turris (Forbes, 1844)
Anisocycla nitidissima (Montagu, 1803)
Odostomia erjaveciana (Brusina, 1869)
Odostomia fusulus (Monterosato, 1878)
Odostomia glabrata (Forbes & Hanley, 1850)
Odostomia turriculata (Monterosato, 1869)
Odostomia turrita (Hanley, 1844)
Ondina obliqua (Alder, 1844)
Turbonilla attenuata (Jeffreys, 1884)
Turbonilla compressa (Jeffreys, 1884)
Turbonilla hamata (Nordsieck F., 1972)
Turbonilla magnifica (Seguenza G., 1879)
Turbonilla multilirata (Monterosato, 1875)
Turbonilla obliquata (Philippi, 1844)
Turbonilla paucistriata (Jeffreys, 1884)
Turbonilla postacuticostata (Sacco, 1892)
Turbonilla sinuosa (Jeffreys, 1884)

BIVALVIA

Phaseolus pusillus (Jeffreys, 1879)
Malletia obtusa (G. O. Sars, 1872)
Mytilaster marioni (Locard, 1889)
Crenella arenaria (Monterosato, 1875)
Modiolus martorelli (Hidalgo, 1878)
Amygdalum agglutinans (Cantraine, 1835)
Cyclopecten hoskynsi (Forbes, 1844)
Ostreola parenzani (Settepassi, 1978)
Leptaxinus subovatus (Jeffreys, 1881)
Epilepton clarkiae (Clark W., 1852)
Psammobia tellinella (Lamarck, 1818)
Solecurtus multistriatus (Scacchi, 1835)
Panopea glycimeris (Von Born, 1778)
Pholadomya loveni (Jeffreys, 1882)
Cochlodesma praetenue (Pulteney, 1799)
Lyonsia formosa (Jeffreys, 1882)

Lavoro accettato il 30 Dicembre 2002

Polyplacophora from the Pliocene of Vale de Freixo: Central-West Portugal

Bruno Dell'Angelo & Carlos Marques da Silva

KEY WORDS: Mollusca, Polyplacophora, Neogene, Pliocene, Portugal, new species.

ABSTRACT This paper reports the presence of five species of Molluscs belonging to the Class Polyplacophora which have been identified in the Pliocene (uppermost Zanclean to lower Piacenzian) of the Carnide Sandstone Formation outcropping in Vale de Freixo, Pombal region, central-west Portugal. This is the first documentation (description and illustration) of fossil chitons from the Neogene of Portugal. The only earlier reference is the record of *Chaetopleura fulva* (Wood, 1815), now known as *C. angulata* (Spengler, 1797), in a list of malacofauna from the Pliocene of Marinha Grande, central-west Portugal. Five species of chitons have been identified. Four of the species are known: *Lepidopleurus (Leptochiton) cancellatus* (Sowerby, 1840), *Callochiton septemvalvis* (Montagu, 1803), *Lepidochitona (L.) cinerea* (Linnaeus, 1767) and *Chiton (Rhyssoplax) corallinus* (Risso, 1826). One species (*Ischnochiton zbyi* sp. nov.) is described as new. All these species (excluding *Ischnochiton zbyi* sp. nov.) range continuously from the Miocene to the present in the Mediterranean. All the extant species occur in the Mediterranean Sea, being *Chiton corallinus* endemic to the Mediterranean. Only three of the species still live off the Atlantic coast of Europe (*Lepidopleurus cancellatus, Callochiton septemvalvis* and *Lepidochitona cinerea*).

RIASSUNTO Cinque specie di molluschi poliplacofori sono stati raccolti nel Pliocene (Zancleano superiore/Piacenziano inferiore) della "Vale de Freixo", regione di Pombal, Portogallo centro-occidentale. Il giacimento fossilifero fa parte della Formazione Carnide Sandstone, del bacino terziario di Mondego. Il presente ritrovamento rappresenta la prima documentazione di poliplacofori fossili nel Neogene del Portogallo. In precedenza era stata segnalata *Chaetopleura fulva* (Wood, 1815), ora conosciuta come *C. angulata* (Spengler, 1797), in un elenco di molluschi del Pliocene di Marinha Grande, ma non è stato possibile reperire tale materiale presso il Museo di Mineralogia e Geologia dell'Università di Coimbra, presso il quale doveva essere depositato. Sono state rinvenute 5 specie, tra cui una nuova: *Lepidopleurus (Leptochiton) cancellatus* (Sowerby, 1840), *Callochiton septemvalvis* (Montagu, 1803), *Lepidochitona (L.) cinerea* (Linnaeus, 1767), *Chiton (Rhyssoplax) corallinus* (Risso, 1826) e *Ischnochiton zbyi* sp.nov. La nuova specie è confrontata con altre due specie che presentano alcune caratteristiche simili, *I. exaratus* (G.O.Sars, 1878) e *I. doliı* Van Belle & Dell'Angelo, 1998. Delle 4 specie già conosciute, tutte attualmente viventi in Mediterraneo, 3 sono viventi anche lungo le coste atlantiche europee (*Lepidopleurus cancellatus, Callochiton septemvalvis* e *Lepidochitona cinerea*), mentre *Chiton corallinus* è una specie endemica del bacino mediterraneo. Tutte le specie ritrovate, ad eccezione di *Ischnochiton zbyi*, presentano una distribuzione temporale continua, nell'area Mediterranea, dal Miocene all'attuale, con la sola necessità di confermare le segnalazioni pleistoceniche di *Lepidopleurus cancellatus*.

B. DELL'ANGELO - Via Mugellese, 66D, I-59100 Prato, Italy. E-mail: bruno.dellangelo@elsag.it
C.M. DA SILVA - Departamento e Centro de Geologia da Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Rua da Escola Politécnica, 58. P-1250-102 Lisboa, Portugal. E-mail: Paleo.Carlos@fc.ul.pt

INTRODUCTION

The occurrence of fossils of Pliocene marine molluscs from central-west Portugal (Caldas da Rainha, Marinha Grande and Pombal regions) has been documented for more than one hundred years (*vide* CHOFFAT, 1889). Nonetheless, none of the classic localities has produced a malacofauna as diverse or well preserved as that at Vale de Freixo, Pombal region (Fig. 1).

The existence of marine fossiliferous sediments in the Pombal region was first recognised by TAIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951).

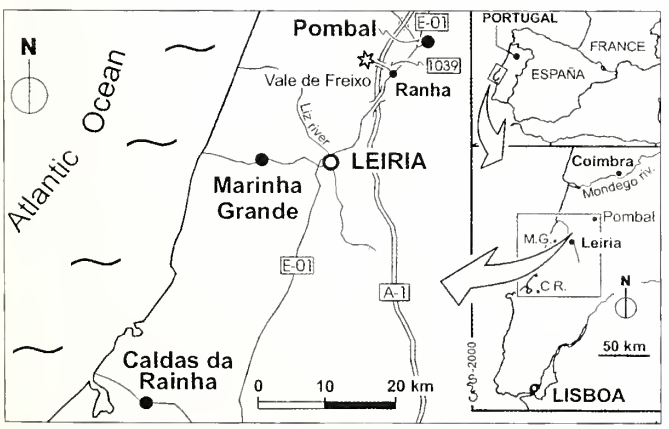


Fig. 1 - Study area. Location of Vale de Freixo outcrop. Central-west Portugal.

The Pliocene mollusc fossils from these outcrops, as well as those from the remaining Pliocene outcrops of central-west Portugal, were examined by ZBYSZEWSKI (1959). After Zbyszewski's papers, until the late 1980's, the study of Portuguese Pliocene malacofaunas ceased, with only two brief contributions in the 1970's from BRÉBION (1971, 1974).
In the last decade, after the discovery of the Vale de Freixo site in the early 1980's, the study of Pliocene malacofaunas from Portugal has received new vigour (SILVA, 1990, 1992, 1996, 2001; GILI *et al.*, 1995; SILVA, LANDAU & MARTINELL, 2000). This renewed interest is herein continued with a description of the Polyplacophora from these deposits.

GEOLOGICAL AND STRATIGRAPHICAL SETTING

The Meso-Cenozoic sedimentary record of the Portuguese central-west Atlantic margin constitutes the Lusitanian Basin. In Lutetian times (Middle Eocene) distensive faulting, related to the Pyrenean orogen, defines two Tertiary sub-basins: the northern Mondego Basin and the southern Lower Tagus Basin (CUNHA, 1992; CUNHA *et al.*, 1993). The Pliocene (Piacenzian) sedimentary record of the Pombal region (as well as that of Caldas da Rainha and Marinha Grande) is part of the Mondego Basin.
In the Mondego Basin, the Pliocene is composed of shallow marine sediments (micaceous fine yellowish siliciclastic sand-

stones), nearshore sediments (mudstones and lignites with diatomites) and continental sediments (conglomerates and coarse sandstones) (CUNHA, 1992; CUNHA *et al.*, 1993). The Pliocene sequence shows a regressive evolution that, according to CACHÃO (1989) and CUNHA *et al.* (1993), may be correlated to the 3rd order global sea level cycle N°3.7 of HAQ *et al.* (1987).

The outcrop of Vale de Freixo corresponds to the lowermost section of the Pliocene sequence of the Mondego Basin. The Pliocene stratigraphic sequence in the Pombal region is composed of two members (CACHÃO, 1989): the Carnide Sandstone Formation (Formação Arenito de Carnide) below, and, above, the Paredes/Roussa Sandstone Formation (Formação Arenitos de Paredes/Roussa). The Paredes/Roussa Sandstone Fm has not yielded, so far, any marine macro or micro somatofossils (i.e. body fossils). The Carnide Sandstone Fm consists generally of fine yellowish silty micaceous sand without evident macro or micro somatofossils. Locally, the lowermost section of the Carnide Sandstone Fm contains a short fossiliferous sequence consisting of a basal conglomerate and a fine grey sand relatively rich in marine molluscan fossil shells.

At Vale de Freixo the basal fossiliferous beds of the Carnide Sandstone Fm have a maximum thickness of approximately 1 m (Fig. 2). Albeit their short vertical and horizontal expression, these beds are remarkable for their relatively abundant and well-preserved macrofossils, consisting largely of the remains of bivalves and gastropods (for more details see GILI et al., 1995), but yielding also fossils of fish otholits (NOLF & SILVA, 1997), rare shark teeth and corals, small irregular echinoids, vegetal detritus (e.g. *Pinus* macro-remains, small cones and pine-needles) and, of course, chiton plates. The material studied here was collected from bed 3.

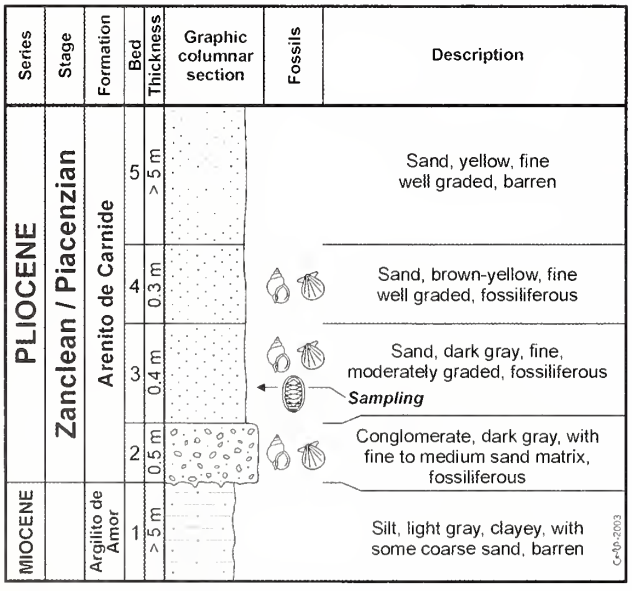


Fig. 2: Stratigraphy of the Vale de Freixo section

According to CACHÃO(1990), updated after BERGRREN *et al.*, (1995), the calcareous nannofossil assemblage in bed 3 of Vale de Freixo indicates placement in the *Discoaster tamalis*, CN12a, biozone of OKADA & BUKRY's (1980), after the LAD (Last Appearance Datum) of *Sphenolithus* spp. – Pliocene, uppermost Zanclean to Piacenzian.

Recent dating of pectinid shells from that same bed, based on $^{87}Sr/^{86}Sr$ isotope analysis, point to a Zanclean to early Piacenzian age (SILVA, 2001). The overlapping distribution of calcareous nannofossil biozone CN12a and the $^{87}Sr/^{86}Sr$ isotope analysis data suggest an uppermost Zanclean to lower Piacenzian stratigraphic positioning for the fossiliferous beds of Vale de Freixo (SILVA, 2001). Therefore, the assemblage of molluscs from that site, with several elements of tropical affinity, corresponds to the MPMU1 (Mediterranean Pliocene Molluscan Unit 1) of RAFFI & MONEGATTI (1993), i.e. precedes the c. 3,3-3,1 Ma ecobiostratigraphic extinction event (immigration and local extinction) of benthic mollusc taxa of tropical affinity (as defined by RAFFI *et al.*, 1989 and MONEGATTI & RAFFI, 2001).

PALAEOECOLOGY AND PALAEOBIOGEOGRAPHY OF THE VALE DE FREIXO MALACOFAUNA

The fossil assemblage indicates that in Vale de Freixo, during late Zanclean to early Piacenzian times, there was a shallow marine infralittoral environment with a fine sandy substrate and normal marine salinity (calcareous nannofossils: CACHÃO, 1989; molluscs: SILVA, 1993, 2001, GILI *et al.*, 1995; fish otholites: NOLF & SILVA, 1997). The presence at Vale de Freixo of thermophilic benthic gastropods (e.g. genera *Ficus, Amalda, Persicula, Xenophora* and *Strioterebrum*), suggests that warm water temperatures (warmer than today) prevailed in the Iberian Atlantic frontage at this latitude during late Zanclean to early Piacenzian times (SILVA, LANDAU & MARTINELL, 2000; SILVA, 2001; LA PERNA, LANDAU & SILVA, 2003).

The malacofauna from Vale de Freixo shows an interesting combination of Mediterranean and Northern European Pliocene species (GILI *et al.*, 1995) as well as a number of representatives of thermophilic species and genera currently occurring only farther to the south, off the coast of West Africa. Species such as *Solariella cincta* (Philippi, 1836), *Tribia uniangulata* (Deshayes, 1830) and *Solatia piscatoria* (Gmelin, 1791), found at Vale de Freixo and presently absent in the European Atlantic and Mediterranean coasts, today occur off the West African coast. Similarly genera such as *Ficus, Amalda* and *Strioterebrum*, also represented in the malacofauna of Vale de Freixo, disappeared from European waters during Middle Pliocene (SILVA, LANDAU & MARTINELL, 2000).

This southward migration (or range shift) and local extinction (implying a range restriction) of Pliocene thermophile benthic gastropods from the Pliocene European Atlantic frontage and the Mediterranean reflects successive climatic cooling events occurring during Plio-Pleistocene times (*vide* RAFFI & MONEGATTI, 1993; BARNES *et al.*, 1995; STANLEY & RUDDIMAN, 1995).

POLYPLACOPHORA IN THE PORTUGUESE PLIOCENE

The first and, until this work, the only record of fossil Polyplacophora from the Portuguese Pliocene goes back to MORAIS (1941). He reported *Chaetopleura fulva* (Wood, 1815), now known as *Chaetopleura (C.) angulata* (Spengler, 1797), in a list of malacofauna from the Pliocene of Marinha Grande (Guarda Nova and Matos). The fossils were identified by Reginald Cox, Palaeontologist at the British Museum (Natural History), but unfortunately, no description or illustration of the specimen(s) were given. According to MORAIS (1941), the specimen(s) of *Chaetopleura fulva*, together with the remaining malacofauna from Guarda Nova and Matos, were presented to the Mineralogical and Geological Museum of the University of Coimbra, but it was impossible to locate such material.

Chaetopleura angulata has a very interesting modern disjunct distribution, occurring along the SW Iberian Atlantic coast and off the coast of South America from Cabo Frio (Brazil) to Cape Horn. KAAS (1954) and KAAS & VAN BELLE (1987) suggested this species was introduced in the European Continent, transported to the Iberian Peninsula by Spanish and Portuguese trade vessels.

The fossil occurrence of *Chaetopleura tehuelcha* (D'Orbigny, 1841) [=*C. angulata* (Spengler, 1797)] was also reported in South American Pleistocene and Holocene of Uruguay (FIGUEIRAS, 1961, 1962). Unfortunately, both references lack any description or illustration.

Should Kaas and Van Belle be right, it would be impossible to find *Chaetopleura fulva* in the Portuguese Pliocene. On the other hand, should the specimen identified by Reginald Cox really be a *Chaetopleura fulva* (Wood, 1815), it would provide valuable insights about the origin and the geological history and the distribution of this species. It his, therefore, rather unfortunate that this specimen(s) could not be located.

We have not been able to confirm or refute the occurrence of this species in the Portuguese Pliocene, as none of the material found at Vale de Freixo is attributable to *Chaetopleura fulva*, and it was impossible to examine the specimen identified by Cox.

Five species of Pliocene Polyplacophora (one new to Science) have been identified from Vale de Freixo:

Lepidopleurus (Leptochiton) cancellatus (Sowerby, 1840)
Ischnochiton zbyi sp. nov.
Callochiton septemvalvis (Montagu, 1803)
Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea (Linnaeus, 1767)
Chiton (Rhyssoplax) corallinus (Risso, 1826)

SYSTEMATIC PALAEONTOLOGY

Class POLYPLACOPHORA Gray, 1821
Order NEOLORICATA Bergenhayn, 1955
Suborder LEPIDOPLEURINA Thiele, 1910
Superfamily LEPIDOPLEUROIDEA Pilsbry, 1892
Family LEPIDOPLEURIDAE Pilsbry, 1892
Genus *Lepidopleurus* Risso, 1826
Subgenus *Leptochiton* Gray, 1847

Lepidopleurus (Leptochiton) cancellatus (Sowerby, 1840)
(figs 3 - 4)

Chiton cancellatus Sowerby II, 1840: figs. 104, 104a-b, 105.
Chiton tuberculatus Leach, 1852: 230 (*non* Linnaeus, 1758).
Lepidopleurus sulci Baluk, 1971: 455, pl.2, figs 1-4.

Lepidopleurus cancellatus – MALUQUER, 1915: 231, tav.14, fig.3. – LAGHI, 1977: 98, tav.1, figg.1-3. – GAGLINI, 1985: II, tav.2, fig.4.
Lepidopleurus (L.) cancellatus – MALATESTA, 1962: 147, figg.3-4.
Lepidopleurus (Leptochiton) cancellatus – DELL'ANGELO & PALAZZI, 1989: 58, tav.6-7. – DELL'ANGELO & SMRIGLIO, 1999: 48, tav.10-11, figg.18-19. – DELL'ANGELO *et al.*, 2001: 146, fig.5.
Leptochiton (L.) cancellatus – KAAS & VAN BELLE , 1985a: 43, fig. 16. – DELL'ANGELO & PALAZZI, 1986: 10, figg. 6-8,41,51,65, 67,69.
Lepidopleurus sulci – BALUK, 1984: 285-286, pl. 2, figs 1-3; pl. 3, figs 1-2; pl. 4, fig. 4.

Material

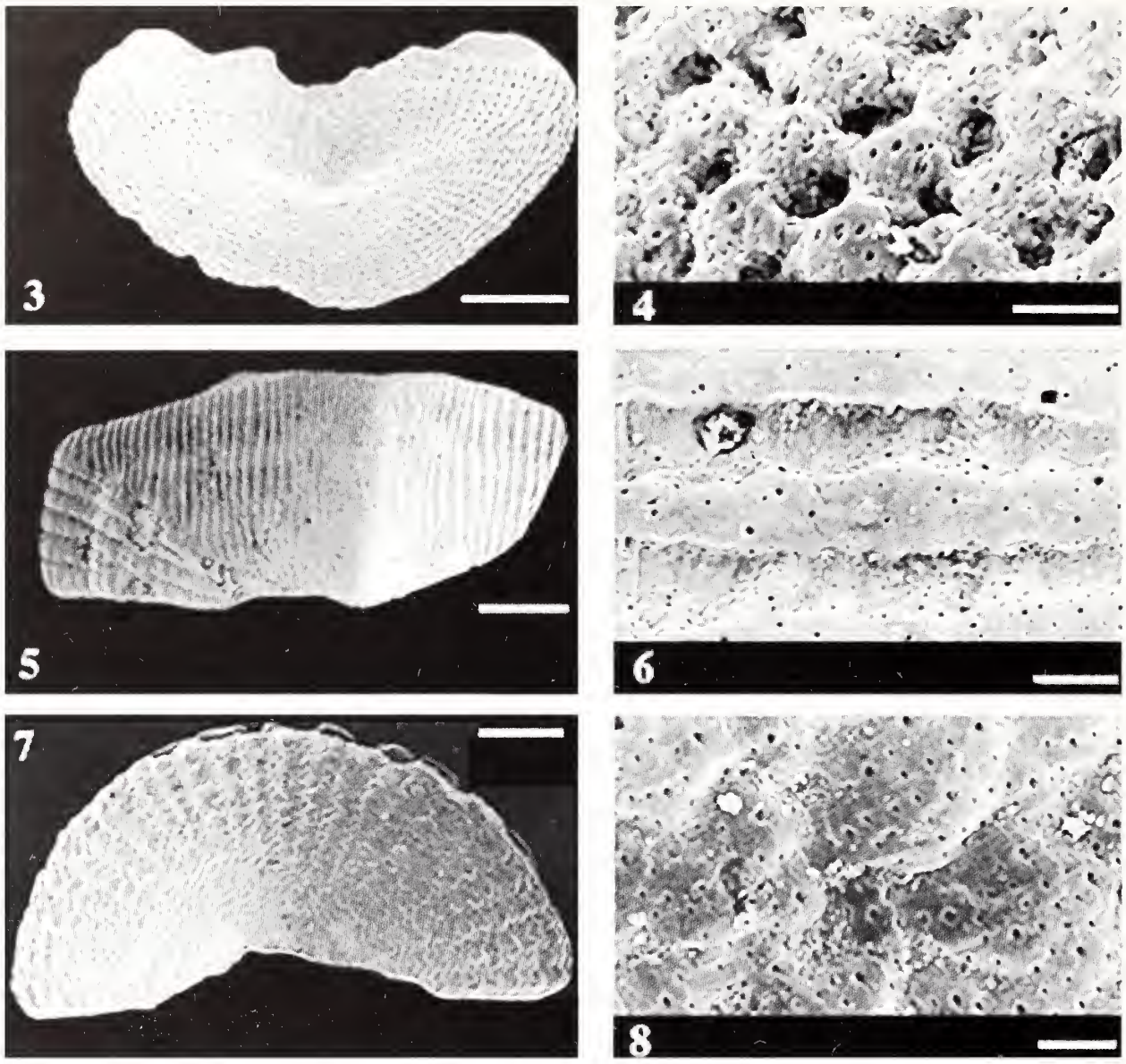
2 valves, 1 intermediate (width 2,5 mm) and 1 posterior (width 2,2 mm).

Remarks

Lepidopleurus cancellatus is closely related to other recent Atlantic and Pacific species: *L. sarsi* (Kaas, 1981) and *L. rugatus* (Carpenter in Pilsbry, 1892). The species is characterised by an evenly sculptured tegmentum with very small roundish granules arranged in radiating rows on the head valve, the lateral areas of intermediate valves and the postmucronal area of tail valve, in longitudinal series with very narrow interstices on the central and antemucronal areas. LAGHI (1977) and DELL'ANGELO & PALAZZI (1989) consider *Lepidopleurus sulci* Baluk, 1971, a species from the Miocene (Badenian) of the Korytnica Clays (Central Poland), a junior synonym of *L. cancellatus*. The species has a very variable ornamentation and consequently many fossil reports of the species from European localities are to be confirmed, as discussed in DELL'ANGELO & PALAZZI (1989).

Distribution

Today, *Lepidopleurus (L.) cancellatus* occurs in the Atlantic Ocean, along the coasts of British Islands, France, Spain and Portugal, and in the Mediterranean Sea. It was reported from the Miocene (Badenian) of Poland (under the name of *Lepidopleurus sulci*) and from various Italian Pliocene localities, e.g. Campore (Parma prov.), Pietrafitta, Poggibonsi and Serre di Rapolano (Siena prov.) and Orciano Pisano (Pisa prov.). ANTEVS (1917) and BROGGER (1900/01) report the species from the Pleistocene of Sweden and Norway, but their reports need confirmation (no chiton valves are present in the Brogger collection at the Palaeontological Museum of the Oslo University).



Figs 3-4: *Lepidopleurus cancellatus*, tail valve: 3: scale bar = 500 µm; 4: microsculpture, scale bar = 50 µm.
Figs 5-6: *Ischnochiton zbyi*, holotype, intermediate valve: 5: scale bar = 1 mm; 6: longitudinal striae, scale bar = 100 µm.
Figs 7-8: *Ischnochiton zbyi*, paratype, head valve: 7: scale bar = 500 µm; 8: microsculpture, scale bar = 50 µm.

Suborder ISCHNOCHITONINA Bergenhayn, 1930
Family ISCHNOCHITONIDAE Dall, 1889
Subfamily ISCHNOCHITONINAE Dall, 1889
Genus *Ischnochiton* Gray, 1847

Ischnochiton zbyi sp. nov.
(figs 5 - 11)

Description

Head valve semicircular; front slope straight to slightly concave, posterior margin widely V-shaped, notched in the middle; tegmentum with microgranulose sculpture with subgranulose radiating ribs, becoming obsolete towards the apex in some valves, 19-24 ribs near the apex, splitting up to 30-53 near the periphery of the valve, very narrow with interstices. Ribs concentrically crossed by numerous growth lines.

Intermediate valves broadly rectangular; dorsal elevation 0,26-0,36, carinated, with side slopes straight, not beaked; front and hind margins straight, side margins slightly convex, lateral areas moderately elevated, sculptured like head valve, with six radiating ribs, in some valves becoming obsolete towards the mucro; central area with 22-26 longitudinal sulci on both sides of the smooth jugum, interstices slightly narrower than sulci.

Tail valve depressed, wider than longer; front margin straight to slightly angular, hind margin almost semicircular, mucro subcentral, slightly raised; hind slope slightly concave directly behind the mucro; antemucronal area sculptured like central area of intermediate valves, with a smaller number of longitudinal sulci; postmucronal area with 24-26 radiating ribs, crossed by rather deep concentric grooves; in some valves this sculpture becomes indis-

tinct near the mucro.
Articulamentum whitish, apophyses wide (not complete in the examined material); jugal sinus narrow, straight in intermediate valves, convex in the posterior valve; slit formula 10-11/1/7-11, slits inequidistant.

Type material

30 valves, 11 anterior (maximum width 5,8 mm), 14 intermediate (maximum width 5,6 mm) and 5 posterior (maximum width 4,3 mm).
Holotype: National Natural History Museum of the Lisbon University (1 intermediate valve, n. MNHN/UL.II.406). Paratypes: National Natural History Museum of the Lisbon University (2 valves, n. MNHN/UL.II.407 and 408), Zoological Museum of the Bologna University (3 valves, n. 12692), B. Dell'Angelo collection (3 valves, n. FW49), C.M. da Silva collection (21 valves, n. VFX.03.312 to 332).

Etymology

The species is named after Georges Zbyszewski, Portuguese "classical" geologist, palaeontologist and archaeologist of Russian origin, born in Gatchina, near St. Petersburg (22/10/1909), and deceased in Lisbon (01/03/1999), affectionately known among is disciples simply as Prof. Zby, hence the name *I. zbyi*. It was G. Zbyszewski who in the late 1940's discovered the Pliocene fossiliferous outcrops in the Pombal region, where Vale de Freixo is located.

Type locality

Vale de Freixo (Pombal region, Leiria district, central-west Portugal), Carnide Sandstone Formation. So far, the species is only known from the type locality.

Type stage

Pliocene, uppermost Zanclean to lower Piacenzian. *Discoaster tamalis* CN12a biozone of Okada & Bukry (1980) and Mediterranean Pliocene Molluscan Unit 1 of Raffi & Monegatti (1993).

Remarks

The subgeneric assignment of taxa belonging to *Ischnochiton* is partly based on characteristics of the perinotum, a feature no longer observable in the fossil material from Vale de Freixo. Consequently, a subgeneric assignment for *Ischnochiton zbyi* is impossible.
The studied specimens cannot be assigned to any of the hitherto recognised fossil or recent European *Ischnochiton* species, and thus the authors regard them as representing a new taxa at the species level.
The main characters differentiating *Ischnochiton zbyi* sp. nov. from the two more similar ones, *Ischnochiton exaratus* (G.O.Sars, 1878) and *I. dolii* Van Belle & Dell'Angelo, 1998 are reported in Table 1.
The studied material is not well preserved, many plates are incomplete and some important characters are missing. For example, no intermediate or tail valves have complete apophyses. An important characteristic of the species is the microgranulose tegmentum, with many small tubercles that are clearly visible between the radial ribs in terminal areas and on parts of the tegmentum in the well preserved valves.
Ischnochiton zbyi sp. nov. specimens are the most common among all known chiton material from the Pliocene of Portugal.

Characteristics	*Ischnochiton zbyi* sp. nov.	*Ischnochiton exaratus*	*Ischnochiton dolii*
Tegmentum	Microgranulose	?	?
Head valve	Notched in the middle	Notched in the middle	Notched in the middle
Head valve, sculpture	Subgranulose radiating ribs, 19-24 near the apex, splitting up near the periphery of the valve	Fine radiating and concentrical grooves, giving it a granulose appearance	Flattish, subgranulose radiating ribs, 17-26 near the apex, splitting up near the periphery of the valve
Intermediate valve	Not beaked Dorsal elevation 0,26-0,36 Carinated	Not beaked Dorsal elev. 0,28-0,62 More or less carinated	Not beaked Dorsal elev. 0,34-0,50 Carinated
Intermediate valve Central area	22-26 longitudinal sulci per side	14 irregular, longitudinal grooves per side, the grooves towards the jugum not reaching the posterior margin of the valve	13-19 longirudinal sulci per side, the 3-4 innermost sulci forwardly converging towards the jugum
Intermediate valve Lateral areas	6 radiating ribs	3-6 radiating grooves crossed by narrower concentric grooves, cutting the ribs into squarish to more or less transversely elongate granules	4-5 radiating ribs, in some valves becoming obsolete towards the side margin
Posterior valve, mucro	Subcentral, little raised	Subcentral, nor swollen, somewhat acute	Slightly antemedian, little raised
Posterior valve Postmucronal area	24-26 radiating ribs, crossed by rather deep concentric grooves	Like head valve	18-20 radiating, flattish ribs, crossed by rather deep concentric grooves
Articulamentum	Apophyses wide	Apophyses evenly arched, not much projecting	Apophyses wide, short, evenly rounded
Slit formula	10-11/1/7-11	10-13/1-2/10-12	9-10/1/7-8

Table 1. Main characters differentiating *Ischnochiton zbyi* sp. nov. from *I. exaratus* (G.O.Sars, 1878) and *I. dolii* Van Belle & Dell'Angelo, 1998.

Subfamily CALLOCHITONINAE Plate, 1901
Genus *Callochiton* Gray, 1847

Callochiton septemvalvis (Montagu, 1803)

Chiton septemvalvis Montagu, 1803: 3.
Chiton discors Maton & Rackett, 1807: 20.
Chiton achatinus Brown, 1823: 402.
Chiton euplaeae O.G.Costa, 1829: i,iv, tav. 1, fig. 3.
Lepidopleurus punctulatus Leach, 1852: 228, pl.10, fig.7.
Chiton cranchianus Leach, 1852: 230.
Chiton doriae Capellini, 1859: 325, tav. 12, fig. 2.

Chiton rariplicatus Reuss, 1860: 258, pl. 8, figg. 9-11.
Chiton laevis var. *minor* Monterosato, 1872: 29.
Onithochiton rhygophilum de Rochebrune, 1884: 32 (*fide* Thiele, 1909).
Callochiton laevis var. *unicolor, bicolor* Dautzenberg & Durouchoux, 1906: 14.
Callochiton achatinus euboecus Kattoulas, Koukouras & Economidis, 1973: 22, figg. 6-7.

Callochiton laevis – Laghi, 1977: 108, tav. 2, figg. 14-18. – Baluk, 1984: 290.
Callochiton doriae – Maluquer, 1915: 241, pl. 14, fig. 14; pl. 15, fig. 22.
Callochiton achatinus – Bellomo & Sabelli, 1995: 201.
Callochiton (C.) achatinus – Malatesta, 1962: 158, fig. 15.
Callochiton septemvalvis – Kaas & Van Belle, 1985b: 11, fig. 2. – Dell'Angelo & Forli, 1995: 226, figg. 10,17. – Dell'Angelo & Smriglio, 1999: 125, figg. 55-63, pls. 40-41. – Dell'Angelo *et al.* 2001: 147, fig. 10.
Callochiton septemvalvis septemvalvis – Kaas, 1978: 73.
Callochiton septemvalvis euplaeae – Kaas 1978: 73.
Callochiton euplaeae – Gaglini, 1985: XI, tav. 4, fig. 4; tav. 8, figg. 5-6; tav. 9, figg. 1-2.
Callochiton rariplicatus – Baluk, 1971: 461, pl.5, figg. 1-5.

Material
2 intermediate valves, 1 complete (width 2 mm) and another partly broken (width 2,3 mm).

Remarks
In the examined material, the complete intermediate valve has no trace of scars, the other has five scars on the unique pleural area preserved.
This species of *Callochiton* has been long known under the names of *C. laevis* (Montagu, 1803, *non* Pennant, 1777), *C. achatinus* (Brown, 1823), or even *C. doriae* (Capellini, 1859). Kaas (1978) proposed the name *Callochiton septemvalvis* (Montagu, 1803) for this taxon, and the separation of the typical Atlantic form, *C. septemvalvis septemvalvis*, from the Mediterranean one, *C. septemvalvis euplaeae* (O.G.Costa, 1829), at subspecific level. The latter characterised by a smaller size and by the presence of 3-5 longitudinal scars on the pleural areas. Dell'Angelo & Palazzi (1994) suggested the adoption of the name *Callochiton septemvalvis* to designate this species in its complex, also considering that *Chiton euplaeae* was clearly described by O.G. Costa (1829) as having a smooth surface, without any trace of scars. The discussion of the relationship between the two taxa is given in Dell'Angelo & Palazzi (1994) and Dell'Angelo & Smriglio (1999).
Laghi (1977) considered the Miocene (Badenian) specimens from Korytnica (Poland), identified by Baluk (1971) as *Callochiton rariplicatus* (Reuss, 1860), as well as those from the Miocene of the Vienna Basin illustrated by Reuss (1860) and Sulc (1934), conspecific with *Callochiton septemvalvis*, a synonymy accepted by Baluk (1984). The authors agree with Laghi (1977).

Distribution
Presently, *Callochiton septemvalvis* is widely distributed in the north-eastern Atlantic Ocean, ranging from Norway in the north down into the Canary islands and the Mediterranean Sea. *Callochiton septemvalvis* was reported from the Miocene of central-eastern Europe (under the name of *Chiton rariplicatus* Reuss, 1860) and in the Italian locality of Montegibbio (Modena prov.). *Callochiton septemvalvis* is more common in the Italian Plio-Pleistocene.

Subfamily LEPIDOCHITONINAE Iredale, 1914
Genus *Lepidochitona* Gray, 1821
Subgenus *Lepidochitona s.str.*

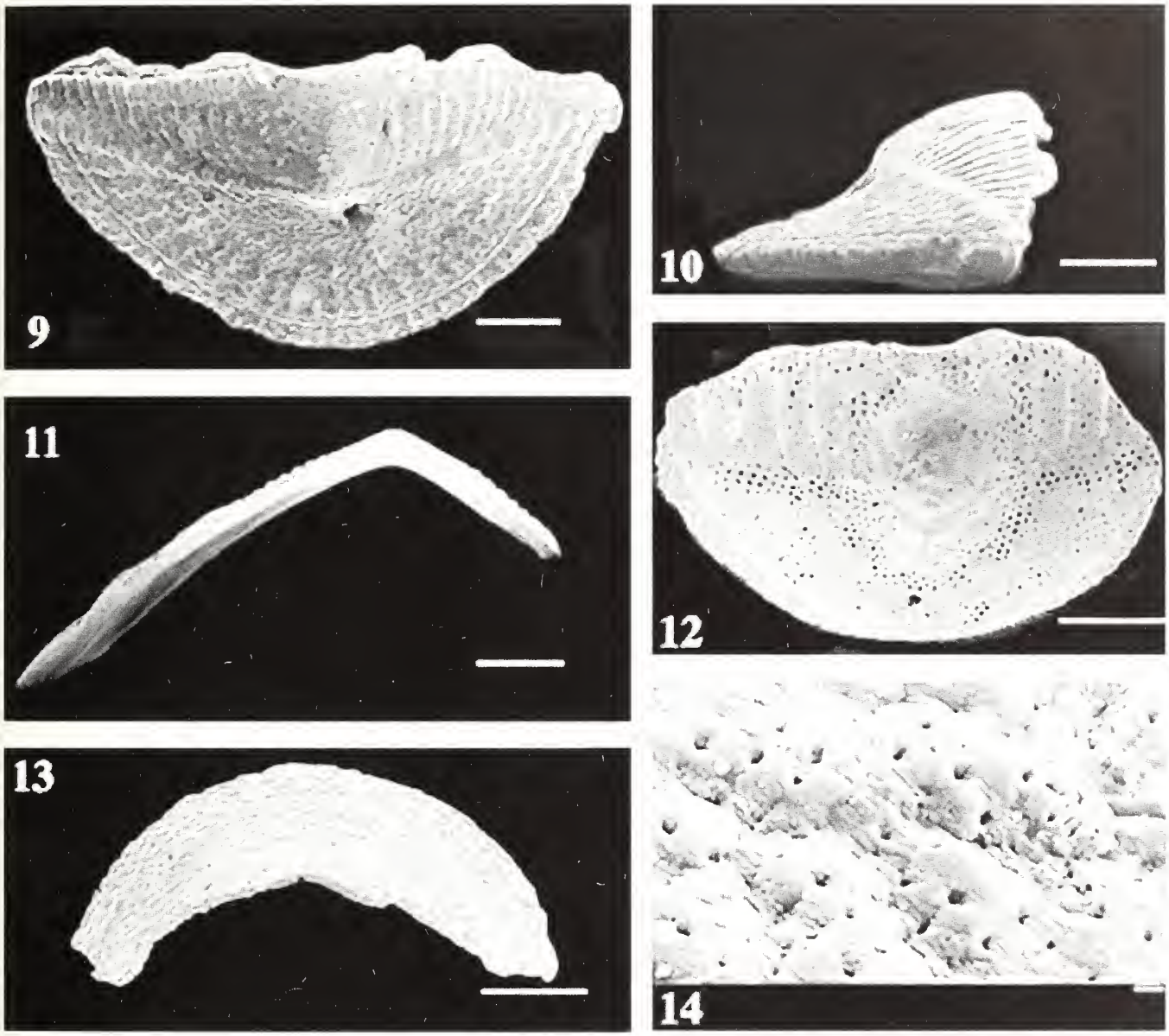
***Lepidochitona (L.) cinerea* (Linnaeus, 1767)**
(figs. 13-14)

Chiton cinereus Linneo, 1767: 1107.
Chiton marginatus Pennant, 1777: 71, tav. 36, fig. 2.
?Chiton cimex Gmelin, 1791: 3206.
Chiton cimicinus Spengler, 1797: 79, tav. 6, fig. 11 (*partim*).
Chiton quinquivalvis Brown, 1823: 402 (emend. *quinquevalvis*).
?Chiton fuscatus Brown, 1827: tav.35, fig. 17.
Chiton variegatus Philippi, 1836: 107 (*non* Bolten in Röding, 1798, *nec* de Blainville, 1825).
Lepidopleurus carinatus Leach, 1852: 228.
Chiton variegatus Leach, 1852: 232 (*non* Bolten in Röding, 1798, *nec* de Blainville, 1825, *nec* Philippi, 1836).
Ischnochiton marginatus (Pennant, 1777) var. *adumbrata, albocarinata, miniata, nigrescens, rubrocarinata, straminea* Dautzenberg & Durouchoux, 1906: 14.

Chiton cinereus – Dodge, 1952: 23.
Non Chiton cinereus – Fabricius, 1780: 423 (= *Tonicella rubra*). – Poli, 1791: 4, tav. 3, figg. 1-20 (= *Lepidochitona caprearum*). – Montagu, 1803: 3 (= *Lepidopleurus asellus*).
Lepidochitona cinerea – Laghi, 1977: 105, tav. 3, figg. 1-4. – Gaglini, 1985: vii, tav. 3, fig. 1; tav. 7, figg. 1-2. – Forli, Dell'Angelo & Taviani, 1999: 111, tav. 1, fig. 7. – Dell'Angelo *et al.*, 2001: 148, figg. 12, 15.
Lepidochitona (L.) cinereus – Malatesta, 1962: 155, figg. 11-12.
Lepidochitona (L.) cinerea – Kaas & Van Belle, 1981: 9, figg. 2-17,128/1. – Kaas & Van Belle, 1985b: 84, fig. 39. – Dell'Angelo & Forli, 1995: 227, fig. 14. – Dell'Angelo, Palazzi & Pavia, 1999: 264, tav. 2, figg. 1-3. – Dell'Angelo & Smriglio, 1999: 138, tav. 44-45, figg. 67-72.
Ischnochiton marginatus – Maluquer, 1915: 244, tav. 15, figg. 18-21.

Material
1 anterior valve, complete, width 2 mm.

Remarks
The only anterior valve present in our material is rather well preserved, clearly showing the sculptured tegmentum, with fine granules arranged in a quincunx pattern, characteristic to this species.



Figs 9-10: *Ischnochiton zbyi*, paratype, tail valve: 9: scale bar = 500 µm; 10: lateral view, scale bar = 500 µm.
Fig. 11: *Ischnochiton zbyi*, holotype, intermediate valve, scale bar = 1 mm.
Fig. 12: *Chiton corallinus*, tail valve, scale bar = 500 mm.
Figs 13-14: *Lepidochitona cinerea*, head valve: 13: scale bar = 500 µm; 14: microsculpture, scale bar = 10 µm.

This species had a complicated taxonomical history. Early authors mistook *Lepidopleurus (Leptochiton) asellus* (Gmelin, 1791) for *Chiton cinereus* Linnaeus, 1767, adopting the younger name *Ch. marginatus* Pennant, 1777. HANLEY (1855) settled the true status of *Chiton cinereus* Linnaeus, 1767, concluding that it was the same taxon named *Ch. marginatus* by Pennant and subsequent authors.

A similar species, *L. subgranosa* Baluk, 1971 was recorded from the Miocene (Badenian) of Poland, and considered by LAGHI (1977) a junior synonym of *L. cinerea*. This synonymy was not accepted by BALUK (1984), that considers the ornamentation of *L.subgranosa* more similar to that of *L. canariensis* (Thiele, 1909) than to the one in *L.cinerea*.

Distribution

Today, *Lepidochitona (L.) cinerea* is widely distributed in the European Atlantic coasts, ranging from Norway in the north down until the Iberian Peninsula, and into the Mediterranean and the Black Sea; it also occurs in the north-western Atlantic coast of Morocco. This species has been reported from Italian localities ranging from Miocene to Pleistocene and possibly from the Miocene of Eastern Europe (Poland), as well from the Pleistocene of Norway (always uncommon).

Family CHITONIDAE Rafinesque, 1815
Subfamily CHITONINAE Rafinesque, 1815
Genus *Chiton* Linnaeus, 1758
Subgenus *Rhyssoplax* Thiele, 1893

Chiton (Rhyssoplax) corallinus **(Risso, 1826)**
(fig. 12)

Lepidopleurus corallinus Risso, 1826: 268.
Chiton rubicundus O.G.Costa, 1829: i,iii, tav.1, fig. 2.
Chiton freelandi Forbes, 1844: 188.
Chiton pulchellus Philippi, 1844: 83, tav. 19, fig. 14 (*non* Gray, 1828).
Chiton denudatus Reuss, 1860: 259, tav. 8, figg. 14-15.
Chiton philippii Issel, 1870: 5 (*nom.nov.pro Chiton pulchellus* Philippi, 1844).
Chiton corallinus var. *flava, albida* Monterosato, 1878: 77.
Chiton rubellus Carpenter MS, Pilsbry, 1893 (*non* Nardo, 1847): 182 (*nomen nudum*).

Chiton corallinus – Maluquer, 1915: 259, tav. 16, figg. 30-31. – Laghi, 1977: 109, tav. 2, figg. 9-12. – Baluk, 1984: 290. – Gaglini, 1985: XIV, tav. 5, fig. 2; tav. 6, figg. 1-2. – Dell'Angelo & Giusti, 1997: 55, figg. 14,16. – Dell'Angelo *et al.*, 2001: 152, fig. 25.
Chiton (Chiton) corallinus – Malatesta, 1962: 163, figg. 20-21.
Chiton (Rhyssoplax) corallinus – Dell'Angelo & Smriglio, 1999: 174, tav. 58-59, figg. 97-107.
Chiton denudatus – Baluk, 1971: 462, pl. 5, figg. 9-11.

Material
2 posterior valves, maximum width 2,3 mm.

Remarks
The two posterior valves available are rather well preserved, allowing the identification of the species, characterised by having the head valve, the lateral areas of the intermediate valves and the postmucronal area of the tail valve smooth, not sulcated by radial ribs as in *Chiton olivaceus* Spengler, 1797.
Laghi (1977) considered *Chiton denudatus* Reuss, 1860, a species from the Miocene of Steinabrunn (Vienna Basin), Rudoltice (Bohemia) and Korytnica (Central Poland), a junior synonym of *Chiton corallinus*, a synonymy accepted by Baluk (1984) and subsequent authors.
The occurrence of *Chiton corallinus* in the Portuguese Pliocene is very interesting since this taxon seems currently endemic to the Mediterranean Sea. Its absence from the Recent Atlantic may be hypothetically interpreted as a range restriction, due to the onset of cooler water conditions in the region after mid-Pliocene times. This Plio-Pleistocene range restriction of *Chiton corallinus* follows the general pattern of local extinction, southward immigration (shift), and range restriction recorded for Portuguese Pliocene termophilic gastropods (Gili, Silva & Martinell, 1995; Silva, Landau & Martinell, 2000; Silva, 2001).

Distribution
Today, *Chiton corallinus* occurs only in the Mediterranean Sea. This species was reported from the Miocene of central-eastern Europe (under the name of *Chiton denudatus* Reuss, 1860) and from the Tortonian of Montegibbio (Modena prov.). This species is more common in the Italian Plio-Pleistocene.

CONCLUSIONS

This paper represents the first described and illustrated account of fossil chitons from the Neogene of Portugal.
Five species of Molluscs belonging to the Class Polyplacophora have been identified in the Pliocene (uppermost Zanclean to lower Piacenzian) of the Carnide Sandstone Formation outcropping in the Pombal region, Vale de Freixo site, central-west Portugal. One species, *Ischnochiton zbyi* sp. nov., is described as new. The remaining four taxa, *Lepidopleurus cancellatus, Callochiton septemvalvis, Lepidochitona cinerea* and *Chiton corallinus*, are common Recent eastern Atlantic and Mediterranean species.
Chiton corallinus, one of the species identified in the Portuguese Pliocene, seems presently endemic to the Mediterranean basin. This absence from the European Atlantic coasts may be hypothetically interpreted as a case of range contraction due to the onset of cooler water conditions in the region after middle Piacenzian times.
All these species (excluding *Ischnochiton zbyi* sp. nov.) range, in the Mediterranean, continuously from the Miocene to the present. Only the Pleistocene reports of *Lepidopleurus cancellatus* need to be confirmed. At least three of the studied species (*Lepidopleurus cancellatus, Callochiton septemvalvis* and *Chiton corallinus*) are also present in the Middle Miocene (Badenian) of central-eastern Europe. Unfortunately, the data on the Miocene and the Pliocene chiton faunas from Spain and France (both from the Mediterranean and the Atlantic) is insufficient to allow further discussion on their distribution in the Neogene of western Mediterranean and the Atlantic frontage.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank B. Sabelli and C. Bonfitto (Institute of Zoology of the Bologna University, Italy) for performing the S.E.M. photos illustrating this paper, M. Taviani (C.N.R., Institute of Marine Geology, Bologna, Italy) for the critical review of parts of the manuscript, and colleague B.M. Landau (International Health Centres, Albufeira, Portugal) for the critical review and improvement of the English manuscript. Contribution of the Portuguese FCT Project POCTI 32724/99 - Comparative (palaeo) environmental analysis of oceanic and coastal domains, over the last 20 Ma, based on calcareous nannoplankton (CANAL), co-financed by FEDER.

BIBLIOGRAFIA

Antevs E., 1917. Postglacial marine shell-beds in Bohuslan. *Geologiska Föreningens i Stockholm Forhandlingar*, 39: 247-425

BALUK W., 1971. Lower Tortonian chitons from the Korytnica clays, southern slopes of the Holy Cross Mts. *Acta geologica Polonica*, Warszawa, 21(3): 449-472, pls. 1-6.

BALUK W., 1984. Additional data on chitons and cuttlefish from the Korytnica clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta geologica Polonica*, Warszawa, 34(3-4): 281-297, pls. 1-17.

BARNES C., HALLAM A., KALJO D., KAUFFMAN E.G. & WALLISER O.H., 1995. Global Event Stratigraphy. In WALLISER O.H. (Ed.): *Global Events and Event Stratigraphy*. Springer, Berlin: 319-333.

BELLOMO E. & SABELLI B., 1995. A new addition to the Mediterranean Pleistocene "Boreal Guests": *Hanleya nagelfar* (Lovén, 1864) (Mollusca, Polyplacophora) from Calabria (S.Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, Modena, 34: 201-204.

BERGGREN W.A., KENT D.V., SWISHER III C.C. & AUBRY M.-P., 1995. A Revised Cenozoic Geochronology and Chronostratigraphy. In BERGGREN W.A., KENT D.V., AUBRY M.-P. & HARDENBOL J. (Eds): Geochronology, Time Scales and Global Stratigraphic Correlation. *SEPM (Soc. Sediment. Geol.) Spec. Publ.*, Tulsa, 54: 129-212.

BREBION PH., 1971. Les Gastéropodes et Scaphopodes du Pliocène portugais. Remarques stratigrafiques et paléogéographiques. *Boletim Sociedade Geológica Portugal*, Lisboa, 17(2-3): 129-138.

BREBION PH., 1974. Nouvelle contribution à l'étude des gastéropodes du Pliocène portugais. *Comunicações Serviços Geológicos Portugal*, Lisboa, 58: 151-160.

BROGGER W.C., 1900/01. Om de senglaciale og postglaciale nivaforandringer i kristianiafeltet (Molluskfaunan). *Norges Geologische Undersögelse*, 31: 1-731, pls.1-19.

CACHÃO M., 1989. Contribuição para o estudo do Pliocénico marinho português (Sector Pombal/Marinha Grande). *MsC thesis, Faculdade Ciências, Universidade Lisboa*, Lisboa, 204 pp.

CACHÃO M., 1990. Posicionamento biostratigráfico da jazida pliocénica de Carnide (Pombal). *Gaia*, Lisboa, 2: 11-16.

CHOFFAT P., 1889. Observations sur le Pliocéne du Portugal. *Mémoires Societé Belge Geologie Paleontologie Hydrologie*, Bruxelles, 3: 119-123, 2 figg.

CUNHA P.P., 1992. Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra. *PhD thesis, Faculdade Ciências Tecnologia*, Universidade Coimbra, 216 pp.

CUNHA P.P., BARBOSA B.P. & PENA DOS REIS R., 1993. Synthesis of the Piacenzian record between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin). *Ciências Terra (UNL)*, Lisboa, 12: 35-43, 4 figg.

DELL'ANGELO B. & FORLI M., 1995. I Polyplacophora del Pleistocene inferiore di Riparbella (Pisa), con elenco dei molluschi rinvenuti. *Bollettino Malacologico*, 30, 1994: 221-252.

DELL'ANGELO B., FORLI M. & LOMBARDI C., 2001. I Polyplacophora plio-pleistocenici della Toscana. *Bollettino Malacologico*, 36, 2000: 143-154.

DELL'ANGELO B. & GIUSTI F., 1997. I Polyplacophora di una tafocenosi profonda. *La Conchiglia*, 29(283): 51-58.

DELL'ANGELO B. & PALAZZI S., 1986. Considerazioni sulla famiglia Leptochitonidae Dall, 1889 (Mollusca: Polyplacophora) con descrizione di due nuovi taxa. *Bollettino Malacologico*, 22: 1-36.

DELL'ANGELO B. & PALAZZI S, 1989. Considerazioni sulla famiglia Leptochitonidae Dall, 1889 (Mollusca: Polyplacophora). III. Le specie terziarie e quaternarie europee, con note sistematiche e filogenetiche. *Atti I Giornata di Studi Malacologici CISMA*: 19-140.

DELL'ANGELO B. & PALAZZI S, 1994. *Callochiton calcatus* n.sp. con note su *Callochiton septemvalvis* (Montagu, 1803). *La Conchiglia*, 26(273): 15-23.

DELL'ANGELO B., PALAZZI S. & PAVIA G., 1999. I Molluschi del Messiniano Inferiore di Borelli (Torino). 4. Polyplacophora. *Bollettino del Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino, 16: 257-302.

DELL'ANGELO B. & SMRIGLIO C., 1999. *Chitoni viventi del Mediterraneo*. Edizioni Evolver, Roma, 256 pp.

DODGE H., 1952. A historical review of the mollusks of Linnaeus. Class Loricata. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 100: 19-23.

FABRICIUS O., 1780. *Fauna Groenlandica*. Hafniae et Lipsiae: i-xvi, 1-452, 1 pl.

FIGUEIRAS A., 1961. Contribucion al conocimiento de la malacofauna Holocena del Uruguay. *Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay*, 1: 15-21.

FIGUEIRAS A., 1962. Sobre nuevos hallazgos de moluscos subfosiles de la transgresion Querandina. *Comunicaciones de la Sociedad Malacologica del Uruguay*, 1: 53-68.

FORLI M., DELL'ANGELO B. & TAVIANI M., 1999. Molluschi del Pliocene inferiore toscano: la sezione Montenero (Grosseto). *Bollettino Malacologico*, 34, 1998: 109-122.

GAGLINI A., 1985. Classe Amphineura. In: F.SETTEPASSI (1972), *Atlante Malacologico. I Molluschi Marini viventi nel Mediterraneo*. Vol. III. Roma, Tip. INIVAG: 19 pp., 13 tavv.

GILI C., SILVA C.M. DA. & MARTINELL J., 1995. Pliocene nassariids (Mollusca: Neogastropoda) of central-west Portugal. *Tertiary Research*, Leiden, 15(3): 95-110, 2 figs., 2 pls.

HANLEY S., 1855. *Ipsa Linnaei Conchylia*. London, 556 pp., 5 pls.

HAQ B.U., HARDENBOL J. & VAIL P.R., 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1166.

KAAS P., 1954. Notes on Loricata, 2. On the occurrence of *Chaetopleura fulva* (Wood, 1815) on the Eastern coast of Latin America. *Basteria*, 18: 14-17.

KAAS P., 1978. Notes on Loricata, 10. On the European *Callochiton* species. *Basteria*, 42: 73-75.

KAAS P., 1981. Scandinavian species of *Leptochiton* Gray, 1847 (Mollusca: Polyplacophora). *Sarsia*, 66: 217-229.

KAAS P. & VAN BELLE R.A., 1981. The genus *Lepidochitona* Gray, 1821 (Mollusca: Polyplacophora) in the Northeastern Atlantic Ocean, the Mediterranean Sea and the Black Sea. *Zoologische Verhandelingen*, 185: 3-43.

KAAS P. & VAN BELLE R.A., 1985a. *Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 1. Order Neoloricata: Lepidopleurina*. Leiden-London-Köln-Kobenhavn, E.J.Brill/ W.Backuys: 240 pp., 95 figg., 45 maps.

KAAS P. & VAN BELLE R.A., 1985b. *Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Volume 2. Suborder Ischnochitonina, Ischnochitonidae: Schizoplacinae, Callochitoninae & Lepidochitoninae*. Leiden-London-Köln-Kobenhavn, E.J.Brill/ W.Backhuys: 198 pp., 76 figg., 40 maps.

KAAS P. & VAN BELLE R.A., 1987. *Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Volume 3. Suborder Ischnochitonina: Ischnochitonidae: Chaetopleurinae & Ischnochitoninae (pars). Additions to Vols 1 & 2*. Leiden-New York-Köln-Kobenhavn, E.J.Brill/W.Backhuys: 302 pp., 117 figg., 52 maps.

LAGHI G.F., 1977. Polyplacophora (Mollusca) neogenici dell'Appennino settentrionale. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 16: 87-115, tav. 1-4.

LA PERNA R., LANDAU B. & SILVA C.M. DA, 2003. The genus *Granulina* (Gastropoda, Marginellidae) from the Atlantic Iberian Pliocene with description of a new species from Portugal. *Iberus*, 21(1): 35-42.

MALATESTA A., 1962. Mediterranean Polyplacophora Cenozoic and Recent. *Geologica Romana*, 1: 145-171.

MALUQUER J., 1915. Amfineures de Catalunya. *Treballs Institucio Catalana d'Historia Natural*: 187-280, tavv. 14-16.

MONEGATTI P. & RAFFI S., 2001. Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene bivalves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, 165: 171-193, 6 figg.

MONTAGU G., 1803. *Testacea Britannica or natural history of British shells, marine, land and freshwater, including the most minute, systematically arranged and embellished with figures.* London, White, 1: i-xxxvii, 1-291; 2: 292-606, pls. 1-16.

MORAIS J.C., 1941. Mais alguns fósseis da região do Pinhal de Leiria. *Memórias Notícias*, Coimbra, 10: 3-5.

NOLF D. & SILVA C.M. DA, 1997. Otolithes de Poissons Pliocènes (Plaisancien) de Vale de Freixo, Portugal. *Revue Micropaléontologie*, Paris, 40(3): 273-282, 2 figg., 3 pls.

OKADA H. & BUKRY D., 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, 5: 321-325.

POLI G.S., 1791/95. *Testacea utriusque Siciliae eorumque historia et anatome.* Parma, Bodoni ed., Tomus primus: 257 pp., 18 tavv.; Tomus secundus: 234 pp., 20 tavv.

RAFFI S., RIO D., SPROVIERI R., VALLERI G., MONEGATTI P., RAFFI I. & BARRIER P., 1989. New Stratigraphic Data on the Piacenzian Stratotype. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 108: 183-196.

RAFFI S. & MONEGATTI P., 1993. Bivalve taxonomic diversity throughout the Italian Pliocene as a tool for climatic-oceanographic and stratigraphic inferences. *Ciências da Terra*, 12: 45-50.

REUSS A.E., 1860. Die marinen Tertiarschichten Bohmens und ihre Versteinerungen. *Sitzungberichte Akademie (K.) der Wissenschaften*, 39: 250-270.

SILVA C.M. DA, 1990. Moluscos pliocénicos da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande - Pombal (Portugal). I. Archaeogastropoda. Fissurellidae. *Publicações Ocasionais Sociedade Portuguesa Malacologia*, Lisboa, 15: 1-10, 3 figg., 1 pl.

SILVA C.M. DA, 1992. Moluscos pliocénicos da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande - Pombal (Portugal). II. Mesogastropoda. Architectonicidae. *Publicações Ocasionais Sociedade Portuguesa Malacologia*, Lisboa, 16: 1-8, 5 figg., 1 pl.

SILVA C.M. DA,1993. Gastropod Palaeoecology and Palaeoenvironment of Vale de Freixo (central-west Portugal). *Abstracts, Ist European Palaeontological Congress*, Lyon, p. 77.

SILVA C.M. DA, 1995. Significado ecobiostratigráfico da malacofauna marinha pliocénica de Vale de Freixo (Pombal, Portugal). *Memórias Museu Laboratório Mineralógico Geológico Universidade Porto*, 4: 127-131, 1 fig.

SILVA C.M. DA,1996. Moluscos pliocénicos da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande - Pombal (Portugal). III. Neograstropoda. Conidae. *Gaia*, Lisboa, 12: 37-43, 4 figg..

SILVA C.M. DA, 2001. Gastrópodes pliocénicos marinhos de Portugal. Sistemática, Paleoecologia, Paleobiologia, Paleobiogeografia. PhD Thesis, Faculdade Ciências, Universidade Lisboa, 747 pp.

SILVA C.M. DA, LANDAU B.M. & MARTINELL J., 2000. The genus *Solariella* (Mollusca: Archaeogastropoda) from the Pliocene of Vale de Freixo, Portugal: Palaeoclimatic and palaeobiogeographic implications. *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology*, Leiden, 37: 57-65.

STANLEY S. & RUDDIMAN W.F., 1995. Neogene Ice Age in the North Atlantic Region: Climatic Changes, Biotic Effects, and Forcing Factors. In AAVV: *Effects of Past Global Change on Life*, Studies in Geophysics, Board on Earth Sci. and Resources, Comm. on Geosci., Environment and Resources, Natl. Res. Council. Natl. Acad. Press, Washington, D.C.: 118-133.

SULC J., 1934. Studien uber die fossilen Chitonen. I. Die fossilen Chitonen im Neogen des Wiener Beckens und der angrenzenden Gebiete. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 47: 1-31, taf.1-2.

TAIXEIRA C. & ZBYSZEWSKI G., 1951. Note sur le Pliocène de la Région à l'Ouest de Pombal. *Comunicações Serviços Geológicos Portugal*, Lisboa, 32(1): 295-302.

ZBYSZEWSKI G., 1959. Etude structurale de l'aire typhonique de Caldas da Rainha. *Mémoires Serviços Geológicos Portugal*, Lisboa, 3 (n.s.): 1-182, 11 pls.

Lavoro accettato il 22 Giugno 2002

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (1-4): 17- 34, 2003 - Società Italiana di Malacologia

The Quaternary deep-sea protobranch fauna from the Mediterranean: composition, depth-related distribution and changes

Rafael La Perna

KEY WORDS: Protobranchia, Nuculoida, Bivalvia, deep-sea, Mediterranean, Pleistocene, Recent, depth-related distribution, systematics.

ABSTRACT The Recent bathyal protobranch fauna from the Mediterranean includes 14 species of nuculoids, but not more than 10 species are common and form recurring associations. From 150-200 m to 500-600 m, the nuculoid associations are characterized by *Ennucula aegeensis*, often dominant, and by few species more or less widely distributed on the shelf (*Nucula sulcata, Saccella commutata* and *Yoldiella philippiana*). From 500-600 m down to 1500-2000 m, associations consist mainly of *Ennucula corbuloides, Ledella messanensis, Microgloma tumidula, Yoldiella seguenzae* and *Y. micrometrica*. The deepest species is *Katadesmia cuneata*, occurring from 800-1000 m. The Pleistocene fauna consisted of 37 species at least, ca 20 of which were markedly common. The upper bathyal (150-200 to ca 500 m) associations typically consisted of a dominant shallower ecotype of *L. messanensis* and of several species, most of which with a marked epibathyal range (*Ennucula decipiens, Brevinucula glabra, Deminucula trigona, Yoldiella philippiana, Pseudomalletia isseli, Phaseolus ovatus*; etc.). Within the deeper associations, for which a maximum depth of ca 1000 is inferred, *Bathyspinula excisa, Ledella messanensis* (typical form), *Austrotindaria pusio* and *Katadesmia confusa* were particularly common and associated with other mesobathyal species (*Ennucula corbuloides, E. rotundata, Microgloma tumidula, Thestyleda cuspidata, "Yoldia" minima, Yoldiella seguenzae*, etc.). About half of the species which occurred in the Pleistocene became extinct, with only 14 of them are still living in the Mediterranean. Such a high rate of extinction of bathyal species, most of which are closely related to Recent North Atlantic taxa, is referred to the loss of psychrosphere and the onset of a deep homeothermy (12-13°C) in the Middle-Late Pleistocene. The Recent bathyal nuculoid fauna thus appears to be residual, i.e. consisting of eurytopic species which survived the oceanographic changes. The lack of endemic species is explained by the recentness of the present oceanography. A constant partial isolation of the Mediterranean from the Atlantic during the Plio-Pleistocene did not preclude the deep oceanic circulation, but encouraged the differentiation of the bathyal Mediterranean fauna from the North Atlantic one.

RIASSUNTO L'attuale fauna batiale a protobranchi del Mediterraneo comprende 14 specie di nuculoidi, delle quali non più di 10 sono comuni e formano associazioni ricorrenti. Fra 150-200 m e 500-600 m, tale fauna è costituita da *Ennucula aegeensis*, spesso dominante, e da poche altre specie con affinità ecologica più o meno forte verso la piattaforma (*Nucula sulcata, Saccella commutata* e *Yoldiella philippiana*). Da 500-600 m fino a 1500-2000 m, le specie prevalenti sono *Ennucula corbuloides, Ledella messanensis, Microgloma tumidula, Yoldiella seguenzae* e *Y. micrometrica*. La specie più profonda è *Katadesmia cuneata*, presente a partire da 800-1000 m. La fauna a nuculoidi del Pleistocene era costituita da almeno 37 specie, circa 20 delle quali erano notevolmente comuni. L'associazione tipica del batiale superiore (da 150-200 a circa 500 m) comprendeva un ecotipo superficiale di *Ledella messanensis*, spesso dominante, e diverse altre specie, in prevalenza a distribuzione tipicamente epibatiale (*Ennucula decipiens, Brevinucula glabra, Deminucula trigona, Y. philippiana, Pseudomalletia isseli, Phaseolus ovatus*, ecc.). Nelle associazioni più profonde, per le quali è stimata una profondità massima di circa 1000 m, erano presenti come specie comuni e/o dominanti *Bathyspinula excisa, Ledella messanensis* (forma tipica), *Austrotindaria pusio* e *Katadesmia confusa*, associate ad altre a distribuzione tipicamente mesobatiale (*Ennucula corbuloides, E. rotundata, Microgloma tumidula, Thestyleda cuspidata, "Yoldia" minima, Yoldiella seguenzae*, ecc.). Circa la metà delle specie presenti durante il Pleistocene è estinta, e solo 14 di tali specie sono ancora viventi in Mediterraneo. Un tasso di estinzione così elevato di specie batiali, molte delle quali avevano strette affinità tassonomiche con specie oggi viventi in Nord Atlantico, è spiegato con la scomparsa della psicrosfera e l'instaurarsi di un regime omotermico profondo (12-13°C) nel Pleistocene medio-superiore. L'attuale fauna a nuculoidi appare quindi fortemente residuale, cioè formata dalle specie che sono riuscite a sopravvivere alle drastiche variazioni oceanografiche grazie ad un certo grado di euritopia. L'assenza di endemismi è spiegata con la giovane età (poche centinaia di migliaia di anni) delle attuali condizioni oceanografiche. Molte delle specie estinte sembrano essere state endemiche dell'area mediterranea e questo porta a sottolineare il parziale isolamento che il Mediterraneo profondo ha avuto almeno durante il Plio-Pleistocene. Tale isolamento non impediva la circolazione profonda, ma favoriva comunque la differenziazione della fauna mediterranea da quella atlantica.

Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università di Bari, Via E. Orabona 4, 70125 Bari, Italia.
E-mail: r.laperna@geo.uniba.it

INTRODUCTION

Nuculoida and Solemyoida are the two orders traditionally distinguished within the bivalve subclass Protobranchia, one of the most primitive bivalve groups, but new perspectives on early phylogeny and classification of bivalves have been recently proposed (CARTER *et al.*, 2000; COPE, 2000). Although both orders have a long evolutionary history, ranging back to Ordovician, the Nuculoida have had much more success than the Solemyoida. In spite of a certain diversity of form and specialization, nuculoids are one of the most conservative bivalve groups and this is reflected by the difficulties of identification and classification. Their systematic arrangement is thus not well settled yet (e.g. ALLEN & HANNAH, 1986; MAXWELL, 1988; OCKELMANN & WARÉN, 1998).

Nuculoids are dominant within the deep-sea molluscan fauna. Although some species may form dense populations on shelf bottoms, most species live at bathyal and abyssal depths, thus contributing to the typical structural pattern of the deep-sea benthos (ALLEN, 1979; KNUDSEN, 1979; REX, 1981; HICKMAN, 1984; GAGE & TYLER, 1991; ALLEN & SANDERS, 1996b). They have infaunal habits and feed on detritus by means of palp proboscides (YONGE, 1939; RHOADS, 1963), but with some capacity for gathering food from suspension (STASEK, 1965; DAVENPORT, 1988). TYLER *et al.* (1992) found the intestinal content of three deep-sea nuculoids as mainly composed by diatoms, coccoliths and foraminifers. Digestive efficiency on organically poor sediments must be markedly important for the deep-sea nuculoids as recognised by ALLEN (1992), who outlined a major adaptive trend to elongated hindguts forming multiple loops. While adaptations to different sediment textures are known (e.g. ALLEN, 1954) or expected for the shelf nuculoids, very few data have been reported for the deep-sea species. This is due to the general (but not exclusive; see VIANA *et al.*, 1998) muddy nature of the deep-sea bottoms, but mainly to the lack of works devoted to this subject. The distribution of the deep-sea nuculoids thus seems to be mainly controlled by depth, which means an array of related parameters (temperature, pressure, trophic resources, etc.).

The European deep-sea nuculoid fauna is fairly well known. A series of works devoted to the Atlantic species was carried on by

Allen and co-workers between 1973 and 1996 (see Allen & Sanders, 1996b). Other main contributions to the knowledge of the Atlantic and Mediterranean nuculoids have been given by Warén (1978, 1989), Salas (1996) and Ockelmann & Warén (1998). Several works have been devoted to the deep Mediterranean molluscs, mainly focusing on living and dead faunas and including nuculoids (Di Geronimo & Panetta, 1973; Di Geronimo, 1974; Di Geronimo & Li Gioi, 1981; Di Geronimo & Bellagamba, 1986; Bellagamba, 1986; Janssen, 1989; Di Geronimo *et al.*, 2001). Also the Pleistocene deep-sea molluscs from the Mediterranean have been recently studied on material from bathyal beds cropping out in Southern Italy (Di Geronimo, 1979; Di Geronimo & La Perna, 1996, 1997; Di Geronimo *et al.*, 1997; La Perna, 1998 and unpubl.; D'Alessandro *et al.*, 2003).

This amount of data is large enough to provide a "complete" inventory of the deep nuculoid fauna from the Mediterranean Quaternary (Tab. 1), to outline the main patterns of composition and bathymetric distribution of associations, and to point out the changes that occurred during the Quaternary. Although the aim of this paper is not a revision, short taxonomic comments or other notes on most species are given for the sake of completeness. For the same purpose, most species are illustrated.

MATERIAL, METHODS AND TERMINOLOGY

Data on fossil nuculoids are mostly from recent studies on Early-Middle Pleistocene molluscs faunas from Southern Italy (Di Geronimo & La Perna, 1997; Di Geronimo *et al.*, 1997; D'Alessandro *et al.*, 2003; La Perna, unpubl.). Molluscs were studied by means of bulk-samples of 6-100 dm^3, which were treated as routinely (disintegration in water, sieving through 0.25 or 0.5 mm mesh screen, residue washing and sorting). Some data are from Würmian (Late Glacial) mollusc faunas dredged from off Western Sardinia (Di Geronimo & Li Gioi, 1981; Di Geronimo & Bellagamba, 1986; Bellagamba, 1986; La Perna, unpubl.). Data on the Recent nuculoids are mostly from a box-coring Cruise (Eocumm95) on bathyal bottoms in the southern Tyrrhenian Sea (Aeolian Archipelago), whose main results on benthic associations were recently reported by Di Geronimo et al. (2001). The sole macrofauna occurring in the samples consisted of shelled thanatocoenoses whose age must be referred to the last two-three thousands years, thus they are not strictly "Recent" but Late Holocene in age. It is clear that single box-cored (6.5 dm^3) stations do no provide enough material to collect living animals, at least in the deep Mediterranean (most studies on deep-sea fauna are based on epibenthic sled sampling and other qualitative or semi-quantitative towing methods which allow greater amount of surface and subsurface sediment to be sampled: e.g. Gage & Tyler, 1991; Allen & Sanders, 1996b). It is anyway worth stressing that box-coring and bulk-sampling provide comparable results, with respect to shelled fraction/sediment volume and taphonomic processes (time-averaging in particular).

Two terms are used to distinguish the bathyal horizons, namely epibathyal and mesobathyal, following the zonation model of the Mediterranean slope developed by Pérès & Picard (1964) and Carpine (1970). The epibathyal horizon ranges from the circalittoral/bathyal transition (150-250 m at mid latitudes) to ca 500 m, while the mesobathyal one ranges down to ca 2000 m. Carpine (1970) distinguished also a deepest horizon ranging down to 3000 m, but the present work does not deal with such great depths. A different model was recently attempted (Emig, 1997), but the traditional system seems to describe better the past and modern distribution of the bathyal Mediterranean fauna.

In accordance with Kidwell & Bosence (1991), the term association is preferred to the generic assemblage, to stress the palaeoecological significance and implications of the shelled faunas studied in the present work, and their fidelity to the former living communities.

THE RECENT NUCULOID FAUNA

Data from the southern Tyrrhenian thanatocoenoses (250-1550 m) are useful to outline the main depth-related patterns of nuculoid distribution. Fig. 1a,b illustrates a trend of increasing number of species and dominance with depth. Although correlation proves to be weak or not significant at all, such trends match the general depth-related pattern known for the deep-sea nuculoids (Allen & Sanders, 1996b). The maximum number of species (6) was recorded from two stations at 1100-1200 m and most stations deeper than 1000 m provided 3-5 species, while shallower samples provided 1 to 4 species. Between 1000 and 1500 m, nuculoids account for 20-60% of molluscan associations, while this value tends to be lower in the shallower stations.

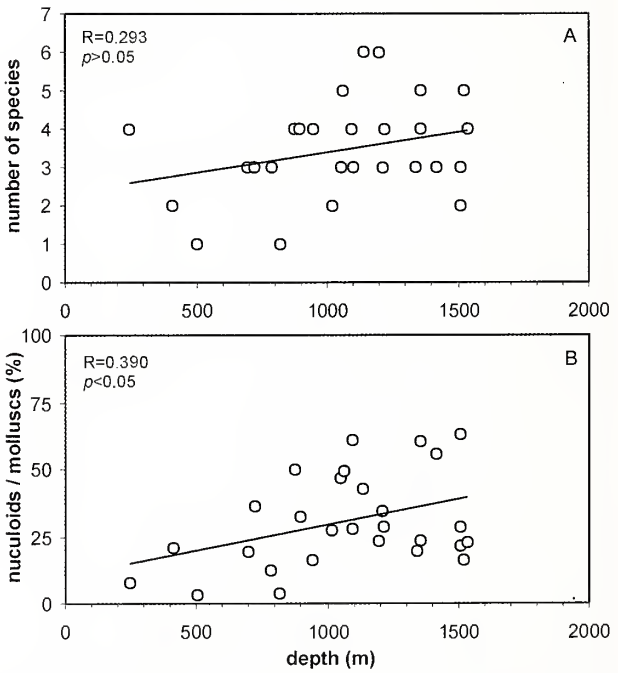


Fig. 1. Bathyal thanatocoenoses from the southern Tyrrhenian Sea. (A) Number of nuculoid species and (B) dominance of nuculoids on mollusc association in each of 28 stations. Data from Di Geronimo *et al.* (2001).

Fig. 1. Tanatocenosi batiali provenienti dal Mar Tirreno meridionale. (A) numero di specie di nuculoidi e (B) dominanza dei nuculoidi sulle associazioni a molluschi riportate per ognuna delle 28 stazioni. Dati da Di Geronimo *et al.* (2001).

Ennucula aegeensis, known since several decades as a Mediterranean bathyal bivalve ("espèce charactéristique exclusive" of the Bathyal Mud Community, according to PÉRÈS & PICARD, 1964 and CARPINE, 1970), has a mostly epibathyal distribution, from ca 80 m down to ca 500 m (DI GERONIMO & PANETTA, 1973; DI GERONIMO, 1974; SALAS, 1996; DI GERONIMO *et al.*, 2001), although its lower limit is close to 1000 m. Below 500-600 m, *E. aegeensis* is mostly replaced by *E. corbuloides* (Fig. 2a). Two species, *Nucula sulcata* and *Saccella commutata*, are frequently associated with *E. aegeensis*. The former has a wide circalittoral to bathyal distribution (50-1000 m) on muddy bottom, while the latter has a shallower distribution (mostly circalittoral, but ranging down to 300-400 m or more) on muddy-sandy bottoms. Also *Yoldiella philippiana*, ranging from ca 80 m to 500-600 m, is usually found within the epibathyal associations. Its depth range is relatively shallow trough the geographic distribution: usually 100-300 m and shallower (25-200 m) at higher European latitudes (WARÉN, 1989). Below 500-600 m, a closely allied species, *Yoldiella seguenzae*, tends to replace *Y. philippiana* (Fig. 2b). While *N. sulcata* and *S. commutata* cannot be regarded as true deep-sea species, but eurybathic shelf species, *E. aegeensis* and *Y. philippiana* can be regarded as typically epibathyal species. Tab. 3 reports an example of epibathyal (248 m) nuculoid association dominated by *E. aegeensis*.

Below 500-600 m, the nuculoid fauna undergoes remarkable changes in composition. Most stations below this depth provided associations consisting of *Ennucula corbuloides*, *Ledella messanensis*, *Yoldiella micrometrica*, *Y. seguenzae*, *Microgloma tumidula*, and also including *Katadesmia cuneata* below 800 m. *E. corbuloides*, mostly known from the Tyrrhenian Sea (DI GERONIMO & LI GIOI, 1981; DI GERONIMO & BELLAGAMBA, 1986; DI GERONIMO *et al.*, 2001), is also present in the European North Atlantic (RHIND & ALLEN, 1992; SALAS, 1996, as *E. bushae*: see notes) and in the Eastern Mediterranean (JANSSEN, 1989), from ca 500 m to more than 3000 m. In the southern Tyrrhenian stations it is one of the dominant species, often accounting for more than 50% of nuculoid component (Fig. 2a). *L. messanensis* is also well represented in these stations (Fig. 2d), ranging from ca 600 m and becoming less and less common below 1000 m. Its European depth range is 200-2000 m (WARÉN, 1989), but in the Alboran Sea and the Ibero-Moroccan Gulf it ranges from 450 m (SALAS, 1996). A similar bathymetric distribution is shared by *Y. seguenzae* (BONFITTO & SABELLI, 1995; SALAS, 1996). Two small species, *Microgloma tumidula* and *Yoldiella micrometrica*, are notably common, mostly occurring from ca 700 m (Fig. 2c), with a marked increase in dominance of *Y. micrometrica* with depth. *M. tumidula* has been mostly overlooked until recent times due to its very small size (ca 1 mm). Through its latitudinal distribution (Bay of Biscay south to Canary Islands), it ranges from 200 to more than 2000 m (OCKELMANN & WARÉN, 1998). *Y. micrometrica* (not exceeding 2 mm), mostly reported from the Tyrrhenian Sea (DI GERONIMO & LI GIOI, 1981; DI GERONIMO & BELLAGAMBA, 1986; BELLAGAMBA, 1986; DI GERONIMO *et al.*, 2001), is also present in the Eastern Basin (JANSSEN, 1989). Its occurrence in the Northeast Atlantic (JEFFREYS,1879) need confirmation, as the species has been no

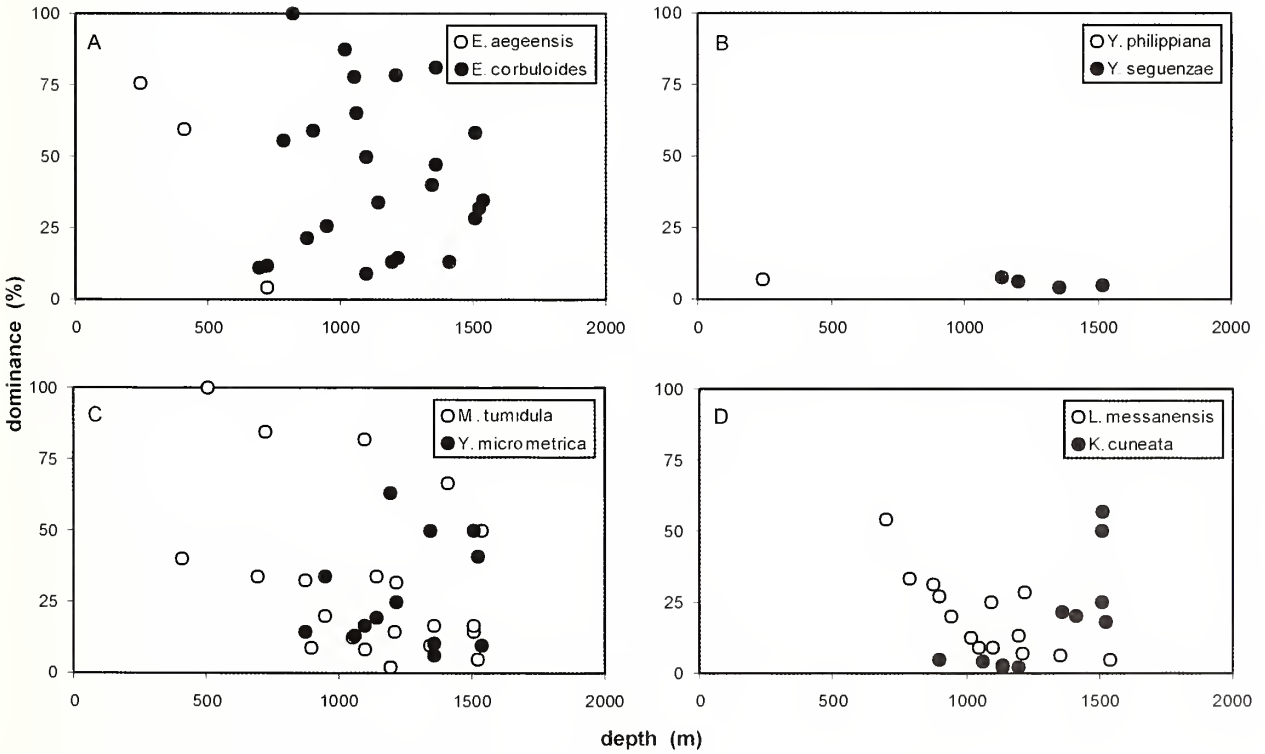


Fig. 2. Bathyal thanatocoenoses from the southern Tyrrhenian Sea. Dominance of the most common species in the nuculoid associations. Each circle denotes a station. Data from DI GERONIMO *et al.*(2001).

Fig. 2. Tanatocenosi batiali del Mar Tirreno meridionale. Valori di dominanza delle specie più comuni nelle associazioni a nuculoidi. Ogni cerchio indica una stazione. Dati da DI GERONIMO *et al.* (2001).

PROTOBRANCHIA Pelseneer, 1889 NUCULOIDA Dall, 1889	Mediterranean Pleistocene	 Recent
NUCULIDAE Gray J.E., 1824		
Nucula sulcata Bronn, 1831	+	+
Nucula aff. tumidula Malm, 1860	+ g	
Ennucula aegeensis (Forbes, 1844)	(+)	+
Ennucula decipiens (Philippi, 1844)	+	+
Ennucula sp.	E	
Ennucula corbuloides (Seguenza, 1877)	+	+
Ennucula rotundata (Seguenza, 1877)	E	
Deminucula trigona (Seguenza, 1877)	E	
Brevinucula glabra (Philippi, 1844)		E
?SAREPTIDAE Stoliczka, 1871		
"Yoldia" minima Seguenza, 1877	+ g	
NUCULANIDAE Adams H. & A., 1858		
Thestyleda cuspidata (Philippi, 1844)	E	
Propeleda hoernesi (Bellardi, 1875)		E
Saccella commutata (Philippi, 1844)	+	+
Jupiteria erctensis (Brugnone, 1876)		E
Jupiteria gibba (Seguenza, 1877)	E	
Ledella messanensis (Jeffreys, 1870)	+	+
Ledella rectidorsata (Seguenza, 1877)	E	
Yoldiella lucida (Lovén, 1846)	(+) g	
Yoldiella nana (Sars M., 1865)	+	+
Yoldiella philippiana (Nyst, 1845)	+	+
Yoldiella seguenzae Bonfitto & Sabelli, 1995	+	+
Yoldiella micrometrica (Seguenza, 1877)	+	+
Yoldiella sp.	E	
Bathyspinula excisa (Philippi, 1844)		E
Microgloma pusilla (Jeffreys, 1879)	+	+
Microgloma tumidula (Monterosato, 1880)	+	+
Microgloma aff. yongei Sanders & Allen, 1973		+
MALLETTIDAE Adams H. & A., 1858		
Pseudomalletia cateriniì (Appelius, 1871)	E	
Pseudomalletia obtusa (Sars G.O., 1872)	+	+
Neilo dilatata (Philippi, 1844)	E	
Neilo isseli Bellardi, 1875	E	
Katadesmia confusa (Seguenza, 1877)	E	
Katadesmia cuneata (Jeffreys, 1876)	(+)	+
NEILONELLIDAE Shileyko, 1989		
Austrotindaria latior (Jeffreys, 1876)	g	
Austrotindaria pusio (Philippi, 1844)	E	
Austrotindaria salicensis (Seguenza, 1877)	E	
PHASEOLIDAE Scarlato & Starobogatov, 1971		
Phaseolus ovatus Seguenza, 1877	E	

Tab. 1. Check-list of the bathyal Quaternary nuculoids from the Mediterranean. Symbols: + = occurrence, (+)= inferred occurrence, E= extinct, g= occurrence in the Late Glacial. Systematic arrangement mainly according to OCKELMANN & WARÉN (1998).

Tab. 1. Check-list dei nuculoidi batiali del Quaternario presenti in Mediterraneo. I simboli indicano: + = presenza, (+) = presenza dubbia, E = specie estinta, g = presenza nell'ultima fase glaciale. L'arrangiamento sistematico segue principalmente OCKELMANN & WARÉN (1998).

longer reported from this area. The last species, *K. cuneata*, ranges from ca 800 m becoming more common below 1000 m (Fig. 2d). It seems to have an almost world-wide distribution (KNUDSEN, 1970; SANDERS & ALLEN, 1985) and living specimens have been collected from off Marseille, 1000 m deep (GOFAS, *pers. comm.*). Tab. 2 reports the composition of three mesobathyal associations from 696 m, 1061 m and 1521 m. Three points are worth of being noted: increasing species richness, constant occurrence of *E. corbuloides, L. messanensis* and *M. tumidula*, occurrence of *K. cuneata* in the deepest station.

Data from the deepest part of the Mediterranean are scant. According to the pattern described above and few literature records (D'AMICO, 1912; DI GERONIMO & PANETTA, 1973; JANSSEN, 1989), at 2000-3000 m the nuculoid fauna consists mainly of *E. corbuloides, Y. micrometrica* and *K. cuneata*.

Some deep-sea nuculoids, mostly known from the Northeast Atlantic, have been recorded from the Mediterranean, where they must be markedly rare or with a limited distribution. Few shells of *Yoldiella nana* were reported by WARÉN (1989) from off southern France and a single valve was found at 786 m in the southern Tyrrhenian (DI GERONIMO *et al.*, 2001). Scant records of valves and specimens of *Microgloma pusilla* were reported by OCKELMANN & WARÉN (1998) from the Tyrrehnian. Also *Pseudomalletia obtusa* has been found in the Tyrrhenian (living?) (D'AMICO, 1912) and as valves in the Jonian (DI GERONIMO & PANETTA, 1973). SALAS (1996) reported *Ennucula decipiens* from epibathyal stations in the Alboran Sea and the Ibero-Moroccan Gulf and few slightly worn valves are from the Sicily Channel (LA PERNA, unpubl.).

Instead other Atlantic species are suspected to be absent from the Recent Mediterranean. Although their shells are found, the bad preservation of this material points to a Late Glacial age. Valves of *Yoldiella lucida*, *Nucula aff. tumidula* and *"Yoldia" minima* (see notes) may be rather common locally and another species, *Austrotindaria latior* (see notes) is also rarely found. It can be argued that these species shade into the group of "rare" ones, but they cannot be included among the Recent fauna, unless they are found living, or in fresh conditions within associations of clear Holocene age.

THE PLEISTOCENE NUCULOID FAUNA

The Early-Middle Pleistocene deep-sea sediments usually contain rich nuculoid faunas which encompass a rather wide range of composition. As many of these species are extinct, to understand the paleobathymetric meaning of species and associations, a data set consisting of 47 samples x 18 species was processed by means of the Principal Component Analysis (R-mode). On the plane of the first two components, accounting for 55.3 % of the total variance, species were ordered as follows (Fig. 3). Three

station	*37*	*35*	*31*	*15*
depth	248	696	1061	1521
Nucula sulcata	3.4			
Ennucula aegeensis	75.8			
Ennucula corbuloides		11.4	65.2	31.8
Microgloma tumidula		34.3	13.0	4.5
Saccella commutata	13.8			
Ledella messanensis		54.3	4.3	
Yoldiella micrometrica			13.0	40.9
Yoldiella philippiana	6.9			
Yoldiella seguenzae				4.5
Katadesmia cuneata			4.3	18.2

Tab. 2. Examples of Recent bathyal nuculoid associations from the souhern Tyrrhenian Sea. Data from DI GERONIMO *et al.* (2001) and unpubl.

Tab. 2. Esempi di associazioni batiali attuali a nuculoidi del Mar Tirreno meridionale. Dati da DI GERONIMO *et al.* (2001) e dati non pubblicati.

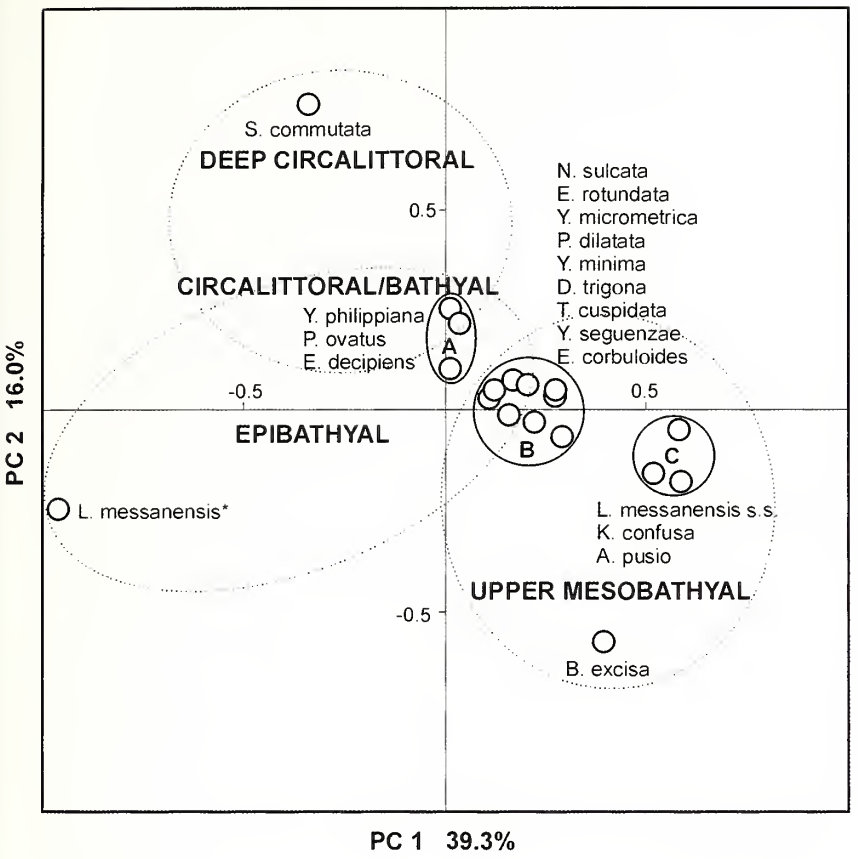


Fig. 3. R-Mode PCA analysis on 47 samples x 18 species (covariance matrix). Data on variables (species) were scored as dominance (%) in each nuculoid association (samples). Species are plotted on the first two component plane (55.3% of total variance). Data from Di Geronimo & La Perna (1997), Di Geronimo *et al.* (1997); D'Alessandro *et al.* (2003), La Perna (unpubl.). Comments in the text.

Fig. 3. Analisi delle componenti principali (PCA, R-Mode) su 47 campioni per 18 specie (matrice di covarianza). I dati relativi alle variabili (specie) sono espressi come dominanza (%) per ognuna delle associazioni a nuculoidi (campioni). Le specie sono proiettate sul piano delle prime due componenti (55.3% della varianza totale). Dati da Di Geronimo & La Perna (1997), Di Geronimo *et al.* (1997), D'Alessandro *et al.* (2003), La Perna (non pubblicati). Commento nel testo.

species, namely *Saccella commutata, Ledella messanensis** (= a shallower ecotype; Fig. 4 and systematic notes) and *Bathyspinula excisa*, are isolated forming the corners of a triangle, while the other species are roughly aligned between *S. commutata* and *B. excisa*, as three clusters (A, B, C).

Cluster A, including *Yoldiella philippiana, Phaseolus ovatus* and *Ennucula decipiens*, is the nearest to *S. commutata*. Taking into account the Recent distribution of *S. commutata* (mostly circalittoral), of *Y. philippiana* (deep circalittoral to epibathyal) and of *E. decipiens* (epibathyal), this part of the plot appears to be characterised by "shallow" species. Indeed some of the studied nuculoid associations consist of *S. commutata, Y. philippiana* and *Nucula sulcata*, clearly indicating (like the whole molluscan fauna) the deepest circalittoral zone to the circalittoral/bathyal transition. This composition, lacking any true deep-sea species, changes towards increasing species richness, the "loss" of *S. commutata* and strong dominance of *L. messanensis** (up to 90%). The nuculoid associations composed mostly by *L. messanensis** and including *Y. philippiana, P. ovatus, E. decipiens* (the last two species usually scarce) and other species, are then indicative of upper bathyal depths, most probably not exceeding 500 m. Cluster B includes some of the species frequently occurring within such epibathyal associations, i.e. *N. sulcata, Deminucula trigona* and *Neilo dilatata*, but other less common species, i.e. *Brevinucula glabra, Jupite-*

Tab. 3. Examples of Early-Middle Pleistocene bathyal nuculoid associations from Souhern Italy. Samples A and B from Grammichele, southeastern Sicily (La Perna, unpubl.); sample C from Archi, southern Calabria (Di Geronimo *et al.*, 1997), sample D from Furnari, northeastern Sicily (Di Geronimo & La Perna, 1997). Asterisk indicates unscored species not present in the bulk-sample.

Tab. 3. Esempi di associazioni batiali a nuculoidi del Pleistocene inferiore-medio dell'Italia meridionale. Campioni A e B da Grammichele, Sicilia sud-orientale (La Perna, dati non pubblicati); campione C da Archi, Calabria meridionale (Di Geronimo *et al.*, 1997), campione D da Furnari, Sicilia nord-orientale (Di Geronimo & La Perna, 1997). Gli asterischi indicano le specie non quantificate, non presenti nel campione volumetrico.

sample	*A*	*B*	*C*	*D*
Nucula sulcata	7.3	1.6	0.2	5.8
Ennucula decipiens			0.8	0.9
Ennucula curbuloides			1.3	1.2
Ennucula rotundata				0.3
Ennucula sp.				0.1
Deminucula trigona		2.2		
"Yoldia" minima			2.9	0.3
Saccella commutata	30.9	9.0		
Propeleda heornesi		1.0		
Testhyleda cuspidata			1.5	2.0
Ledella messanensis			45.4	4.2
*Ledella messanensis**		79.0		
Ledella rectidorsata			1.5	
Yoldiella micrometrica				0.3
Yoldiella philippiana	61.8			
Yoldiella seguenzae			3.3	0.8
Bathyspinula excisa			25.3	73.4
Microgloma tumidula				*
Microgloma pusilla				*
Austrotindaria pusio			13.8	5.2
Pseudomalletia isseli		6.5		
Katadesmia confusa			4.0	4.6
Phaseolus ovatus		0.7		0.9

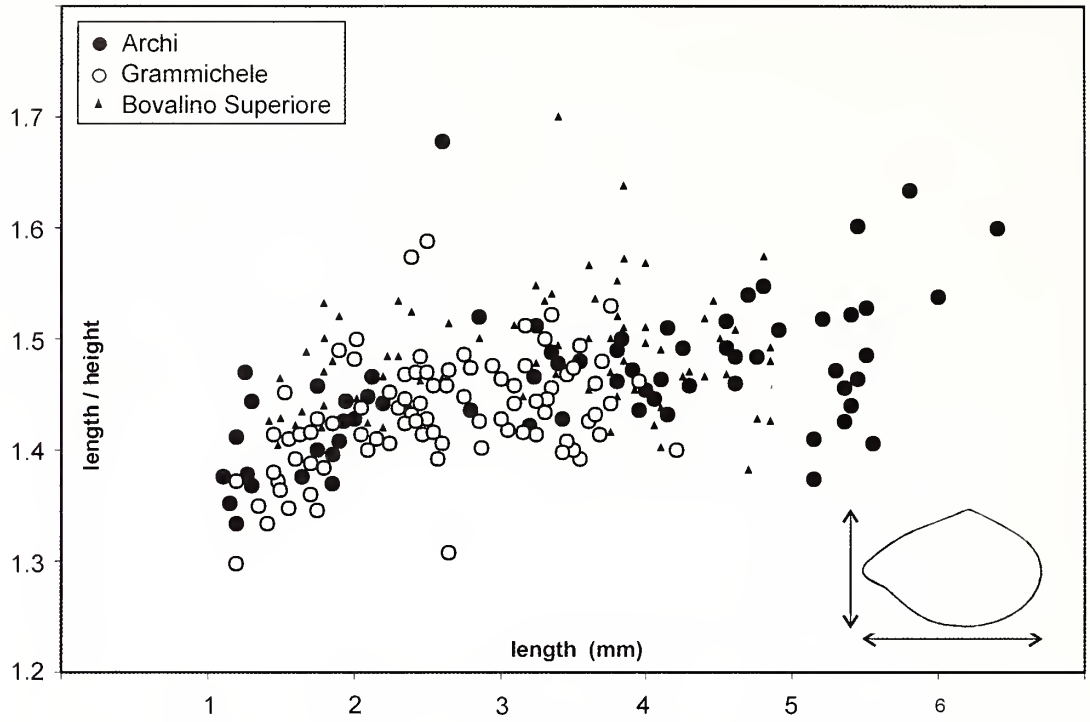


Fig. 4. Morphometric analysis on three Pleistocene populations of *Ledella messanensis*. The examined populations are form Archi, southern Calabria (Di Geronimo *et al.*, 1997), Grammichele, southeastern Sicily (La Perna, unpubl.) and Bovalino Superiore, southern Calabria (La Perna, unpubl.). Comments in the text.
Fig. 4. Analisi morfometrica di tre popolazioni pleistoceniche di *Ledella messanensis*. Le popolazioni esaminate provengono da Archi, Calabria meridionale (Di Geronimo *et al.*, 1997), Grammichele, Sicilia sud-orientale (La perna, unpubl.) e Bovalino Superiore, Calabria meridionael (La Perna, dati non pubblicati). Commento nel testo.

ria erctensis, *J. gibba*, *Propeleda hoernesi*, *Neilo isseli* and *Pseudomalletia caterinii*, may be present.

One of the compositional changes pointing to deeper associations is the occurrence of some extant species which range mostly from ca 500 m (see above), i.e. *E. corbuloides*, *Y. seguenzae*, *Y. micrometrica* and *L. messanensis* s.s. These species, except for the last one, are clustered in B. The associations in which these species occur (*Y. micrometrica* is always rare), often include also *N. sulcata*, *Ennucula rotundata*, *"Yoldia" minima*, *Thestyleda cuspidata* (cluster B) and, more rarely, *Ledella rectidorsata*. However, the most obvious compositional feature is the occurrence of three species, *Katadesmia confusa*, *Austrotindaria pusio* and *Bathyspinula excisa* (which may be rarely present also within epibathyal associations). These species are placed, together with *L. messanensis* s.s., in the "deepest" part of the plot. Mesobathyal associations, or upper mesobathyal at least, are then characterised by the species clustered in C and by *B. excisa*, together with some of the species clustered in B. Di Geronimo & La Perna (1997) and Di Geronimo *et al.* (1997) reported several Pleistocene faunas whose composition in nuculoids matches this pattern. The meaning of *B. excisa* and of its high dominance as indicative of "great depths" was stressed by Di Geronimo & La Perna (1996), who remarked the cold deep-sea distribution of the world-wide genus *Bathyspinula*, including only bathyal and abyssal species.

The genus *Microgloma* was present in the Pleistocene with three species (see notes), but only *M. tumidula* was notably common. As most samples were sieved through a 500 mm mesh, quantitative data are not always available for these species.

Tab. 3 reports four Pleistocene nuculoid associations whose composition can be referred to different ecological-bathymetric settings. The first (A), consisting of *Y. philippiana* (dominant), *S. commutata* and *N. sulcata*, can be referred to the deepest circalittoral zone or to the circalittoral/bathyal transition (this may be better defined on the base of the whole mollusc fauna). The following one (B) is more diverse (6 species) and is dominated by the shallower ecotype of *L. messanensis*. Among the other species, *S. commutata*, *D. trigona* and *N. isseli* are worth of being noted. This fauna represents a typical epibathyal nuculoid association, not exceeding 500 m. Association C is even more diverse (11 species), dominated by *L. messanensis* s.s., *B. excisa* and *A. pusio* (together accounting for 88% of nuculoids) and including also *E. corbuloides* and *Y. seguenzae*. It can be referred to depths greater than 500 m. The last association (D) may be the deepest one: it is highly diverse (16 species), strongly dominated by *B. excisa* (73%), and including *N. sulcata*, *A. pusio*, *K. confusa* and *L. messanensis* s.s. as markedly abundant species.

The general meaning of the plot can be then summarized as follows. Species are mainly ordered according to their depth-related dominance. The "alignment" *commutata-excisa* defines the main depth-related pattern (shallow to deep), while the isolated species *S. commutata*, *L. messanensis** and *B. excisa* characterize, by their strongly contrasting high dominance, distinct ecological/bathymetric settings (deep circalittoral, epibathyal and upper mesobathyal, respectively).

Unfortunately, there is no ground to evaluate more precisely

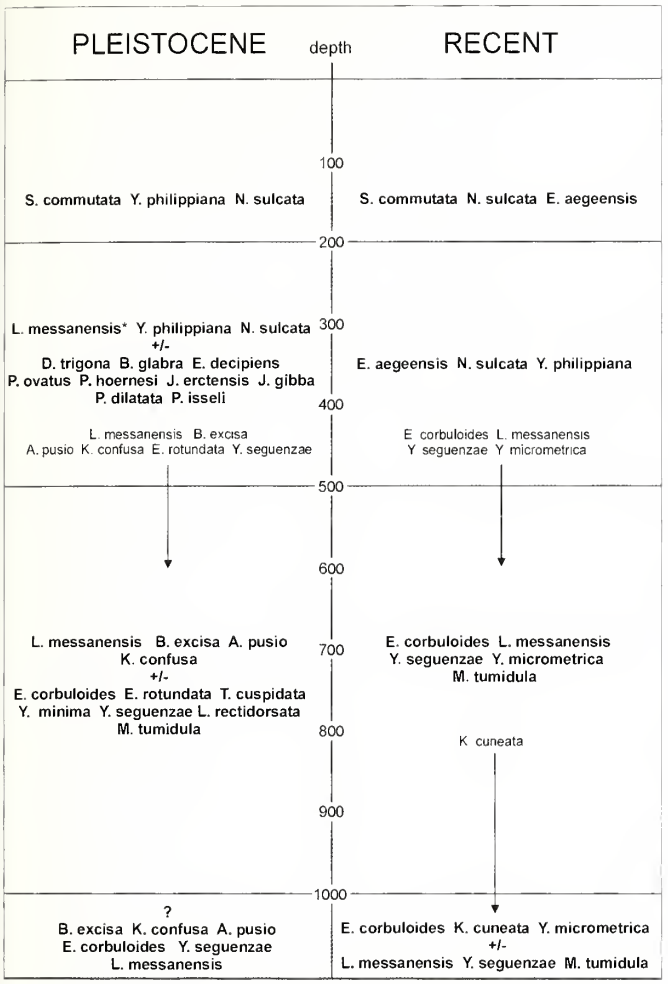


Fig. 5. Composition and bathymetric distribution of the Pleistocene and Recent nuculoid associations. Bold marks species forming typical associations; arrows indicate species becoming more typical within deeper associations.

Fig. 5. Composizione e distribuzione batimetrica di associazioni a nuculoidi pleistoceniche ed attuali. In grassetto sono indicate le specie che formano associazioni tipiche; le frecce indicano specie più tipicamente presenti in associazioni di maggiore profondità.

depths greater than 500 m, neither basing on nuculoid, nor on molluscs in general or other macrofaunas (Di Geronimo *et al.*, 1997), but depths greater than "1000 m" are hardly supportable, taking into account the present altitude of the Pleistocene sequences and the vertical tectonic displacements (Barrier *et al.*, 1985; Montenat & Barrier, 1987).

SYSTEMATIC NOTES

Several Pleistocene bathyal nuculoids were elsewhere commented on and illustrated (Di Geronimo & La Perna, 1996, 1997; Di Geronimo *et al.*, 1997; La Perna, 1998). In the following part further comments on these and other less known species are given.

Nucula aff. tumidula Malm, 1860

Few Pleistocene valves (Pl. 1, Fig. 10) and some others from Late Glacial thanatocoenoses (Pl. 1, Fig. 9) are tentatively referred to the same species, although the Late Glacial valves have a thinner wall and a little stronger sculpture. This material is very similar to that reported by Salas (1996) as *Nucula tumidula* Malm, 1860 from the Ibero-Moroccan Gulf. However, the specimens of *N. tumidula* from the Northern Europe (from which the species was described) are more ovate, tumid and inaequilateral. As suggested by Warén (pers. comm.), *N. tumidula* might show a clinal variation. The southern end of such a cline may be represented by the form living in the Ibero-Moroccan Gulf and by the closely related fossil Mediterranean form. More study on geographically intermediate populations is needed to understand the meaning of these differences. *Nucula umbonata* Seguenza, 1877, described from Plio-Pleistocene deep-water beds, was thought by Jeffreys (1879) to be the juvenile form of *N. tumidula*. However, description and illustrations of *N. umbonata* do not match well *N. tumidula*, they are not based on particularly young specimens and Seguenza (1877) himself remarked differences between *N. tumidula* and *N. umbonata*.

Ennucula aegeensis (Forbes, 1844), *E. decipiens* (Philippi, 1844), *Ennucula* sp.

Although the problem of naming the smooth-margined nuculids has been recently reduced (Di Geronimo & La Perna, 1997; Kilburn, 1999), it is still open to question. *Ennucula* Iredale, 1931 should be used for species with ovate, moderately thick-walled shells and a more or less oblique chondrophore. Other smooth-margined nuculids are probably worthy of a distinction (see below).

E. aegeensis (Pl. 1, Fig. 3) is widespread all through the Mediterranean, from the Alboran Sea (Salas, 1996) to the Eastern Basin (Janssen, 1989), and is also present in Ibero-Moroccan Gulf (Salas, 1996). Although it has been recently recognised in the Late Pliocene of North Italy (Romagna) (Ceregato, pers. comm.), *E. aegeensis* has been not confirmed for the Pleistocene (past records might be misidentifications of *E. decipiens*). Probably, this species was not as much widespread and common as in the present days.

E. decipiens (Pl. 1, Figs. 1, 2) was described from the Pleistocene of Southern Italy and I agree with the interpretation of this species given by Salas (1996). It can be distinguished from *E. aegeensis* mainly by having more inaequilateral valves, with a strongly posterior umbo and a more oblique chondrofore. The distribution of *E. decipiens* seems to range from the Bay of Biscay south to the Alboran Sea and the Western Mediterranean (Salas, 1996; Warén, pers. comm.).

Ennucula sp. is rare and the examined material is fragmentary. Valves are markedly elongated, somewhat fragile and with an elongated strongly oblique chondrophore. A valve was illustrated by Palazzi & Villari (1994) as *Nuculoma* sp.

Ennucula corbuloides (Seguenza, 1877), *E. rotundata* (Seguenza, 1877)

Salas (1996) and Di Geronimo & La Perna (1997) left dubitatively *E. corbuloides* distinct from *E. bushae* (Dollfus, 1898), but the impossibility to find conspicuous differences leads to synonymise *E. bushae* with *E. corbuloides*.

The differences between *E. corbuloides* (Pl. 1, Fig. 7) and *E.*

rotundata (Pl. 1, Fig. 8) were remarked by Di Geronimo & La Perna (1997), who also stressed a close similarity between the latter and the Recent North Atlantic *E. granulosa* (Verrill, 1884), which is considered a distinct species (La Perna , unpubl. data) *E. corbuloides* ranges from ca 500 m, and also *E. rotundata* is mostly found within Pleistocene mesobathyal associations. A type valve of "*Nucula corbuloides*" was recently illustrated by Bertolaso & Palazzi (2000), but it must be referred to *E. rotundata* (which was described as a variety of *Nucula corbuloides*).

The group including *E. corbuloides, E. rotundata, E. granulosa* and also *E. corticata* (Møller, 1842) differs from the other smooth-margined nuculids properly referred to *Ennucula* by having more convex and equilateral shell, thinner wall, vertically projecting chondrophore and dull surface.

***Brevinucula glabra* (Philippi, 1844)**

Brevinucula Thiele, 1934 includes small nuculids with thick-walled triangular valves, smooth inner margin and a small not projecting chondrophore. *B. glabra* (Pl. 1, Figs. 4, 5) was a common Pleistocene epibathyal species. The sole Recent representative of *Brevinucula* in the Northeast Atlantic is *B. verrilli* (Dall, 1886), with higher valves and a much deeper (from 1600-2000 m) distribution (Knudsen, 1970; Rhind & Allen, 1992).

***Deminucula trigona* (Seguenza, 1877)**

There is no general agreement about the taxonomic validity of *Deminucula* Iredale, 1931 (e.g. Bergmans, 1978; Maxwell, 1988), which includes rather small nuculids, with triangular valves, finely crenulated inner margin, small not projecting chondrophore and a sculpture of thin radial striae (which appear to be an inner wall structure feature, rather than a true sculpture). I allocate in this genus the present species (Pl. 1, Fig. 6), as well as the Pliocene bathyal *D. striatissima* (Seguenza, 1877) (both species illustrated by Palazzi & Villari, 1996). *D. trigona* had a mainly epibathyal distribution. No markedly close species is known from the Northeast Atlantic. *Nucula atacellana* Schenk, 1939, referred to *Deminucula* by Rhind & Allen (1992), has a true sculpture of concentric and radial ribs and should be not included in this taxon, in spite of its triangular shape. A good representative is the Eastern Pacific *D. profundorum* (Smith, 1885), which was maintained in *Nucula* by Coan *et al.* (2000).

***Jupiteria erctensis* (Brugnone, 1876), *J. gibba* (Seguenza, 1877)**

The meaning and full validity of *Jupiteria* Bellardi, 1875 was recently stressed by La Perna (1998). New studies on the genus *Jupiteria* in the Mediterranean Pliocene are in progress (La Perna *et al.*). Both *J. erctensis* and *J. gibba* are found within Pleistocene epibathyal associations.

***"Yoldia" minima* Seguenza, 1877**

It is difficult to find a systematic allocation for this species yet (Pl. 3, Figs. 14, 15), as discussed by Di Geronimo & La Perna (1997). It is tentatively allocated in the Sareptidae, which is also a problematic family (Ockelmann & Warén, 1998). A very similar Northeast Pacific species was treated by Coan *et al.* (2000), who referred it to *Pseudoglomus* Dall, 1898 but, as reported by Ockelmann & Warén, (1998), this genus has a quite different ligament. "*Y.*" *minima* was common in the Pleistocene and occurs also in Late Glacial thanatocoenoses. Jeffreys (1879) reported this species from some deep-sea stations in the Northeast Atlantic (37°-48°N) and a type valve was recently illustrated by Bertolaso & Palazzi (2000).

***Thestyleda cuspidata* (Philippi, 1844), *Propeleda hoernesi* (Bellardi, 1875)**

The reason for keeping *Thestyleda* Iredale, 1929 distinct from *Nuculana* Link, 1807 was discussed by Di Geronimo & La Perna (1997). *T. cuspidata* (Pl. 2, Figs. 2, 3) is found within mesobathyal Pleistocene associations. No notably similar species is known from Europe, but the genus occurs in the Atlantic (three species were reported by Allen & Sanders, 1996a under *Propeleda*).

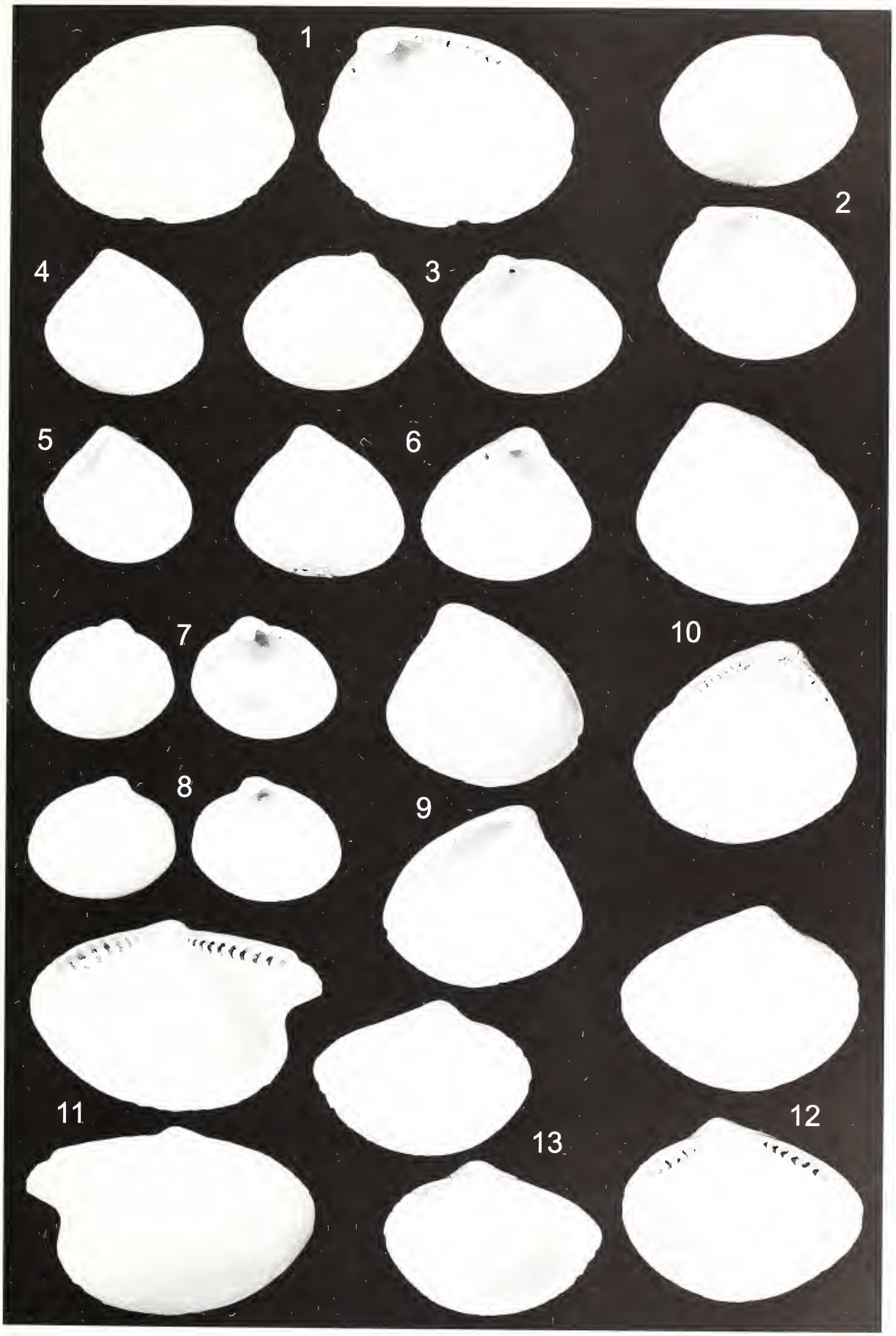
The allocation of *Leda hoernesi* Bellardi, 1875 (Pl. 2, Fig. 1) in *Propeleda* Iredale, 1924 was also proposed by Di Geronimo & La Perna (1997). As remarked by Maxwell (1988), *Propeleda* is characterized by elongated, flat, smooth valves with a rather squat straight rostrum. Teeth are chevron shaped, except for the proximal ones which tend to be slightly lamellar, due to the shortness of the lower limb. A good description of a typical *Propeleda* species was given by Nijssen-Meyer (1972). The general distribution of this genus is not known, but it seems to be not particularly deep (circalittoral and epibathyal). *P. hoernesi* was not common in the Pleistocene and is found in epibathyal beds. It was present also in the Late Miocene and the Pliocene (Robba, 1990).

***Ledella messanensis* (Jeffreys, 1870)**

Di Geronimo & La Perna (1997) remarked the occurrence in the Mediterranean Pleistocene of a morphotype corresponding to *Ledella nicotrae* (Seguenza, 1877). These shells, which differ from the typical form of *L. messanensis* (Pl. 2, Fig. 6) by being smaller, less solid, less rostrate and with a more thinner hinge (Pl. 2, Fig. 7), are always found in epibathyal associations,

Plate 1

Figs. 1, 2. *Ennucula decipiens* (Philippi, 1844). 1. Sicily Channel, st. CS 71-16, 396-241 m, Late Glacial, 6.6 mm. 2. Bovalino Superiore (S Calabria), Pleistocene, 5.1 mm. Fig. 3. *Ennucula aegeensis* (Forbes, 1844). Southern Tyrrhenian, EOCUMM st. 37, 248 m, 3.1 mm. Figs. 4, 5. *Brevinucula glabra* (Philippi, 1844). 4. Grammichele (SE Sicily), Pleistocene, 3.2 mm. 5. Bovalino Superiore (S Calabria), Pleistocene, 3.0 mm. Fig. 6. *Deminucula trigona* (Seguenza, 1877). Fiumefreddo di Sicilia (NE Sicily), Pleistocene, 3.4 mm. Fig. 7. *Ennucula corbuloides* (Seguenza, 1977), EOCUMM st. 14, 2.2 mm. Fig. 8. *Ennucula rotundata* (Seguenza, 1877). Vallone Catrica (S Calabria), Pleistocene, 2.3 mm. Figs. 9, 10. *Nucula aff. tumidula* Malm, 1860. 9. Off E Sardinia, st. BS 78-2, 1281-330 m, Late Glacial, 4.2 mm. 10. Fiumefreddo di Sicilia (NE Sicily), Pleisrocene, 6.7 mm. Fig. 11. *Bathyspinula excisa* (Philippi, 1844), Archi (S Calabria), Pleistocene, 6.3 mm. Figs. 12, 13. *Austrotindaria pusio* (Philippi, 1844). 12. Archi (S Calabria), Pleistocene, 5.4 mm. 13. Grammichele (SE Sicily), Pleistocene, 3.2 mm (?= *Leda striolata* Brugnone, 1876).


1
2
4
3
5
6
7
10
8
9
11
13
12

where they are often dominant, while the typical form is found deeper. A morphometric analysis (Fig. 4) on three Pleistocene populations shows a wide overlapping between "*L. nicotrae*", the typical *L. messanensis* and a transitional form. It is also worth noting that the transitional form (Pl. 2, Figs. 8, 9) comes from a deep-epibathyal association. These observations suggest that these populations pertain to a single species. *L. nicotrae* must be then synonymised with *L. messanensis*, of which the former represented a shallower ecotype. Although a certain variability is known amongst the Recent populations of *L. messanensis* (Warén, 1978, 1989), "*L. nicotrae*" is only known from the Mediterranean Pleistocene. Bertolaso & Palazzi (2000) found type material of *Leda nicotrae* Seguenza which does not match closely the original description and illustrations (replacement or substitution of the original material?). However, the presently studied material leaves no doubt about the identity of *L. nicotrae.*

Ledella rectidorsata (Seguenza, 1877)
This species (Pl. 2, Figs. 10, 11) differs from *L. messanensis* mainly by having less convex valves with a straighter dorsal margin and a fine concentric sculpture. *L. rectidorsata* is markedly similar to *L. folini* Warén, 1978, only known from the Bay of Biscay (Warén, 1978). The latter differs mainly by having closely set sharp ridges with intercalating finer lines (a finer sculpture is present in *L. rectidorsata*) and by more pointed anterior and posterior endings. This species is only known from mesobathyal Pleistocene beds, where it can be somewhat abundant and probably related to a conspicuous amount of sandy fraction.

Yoldiella lucida (Lovén, 1846), *Y. nana* (M. Sars, 1865)
Y. lucida (Pl. 3, Fig. 3) is the most common Late Glacial nuculoid found in the Mediterranean. Although yet to be found, the species occurred also in the Early-Middle Pleistocene, as based on the clear illustration given by Seguenza (1877) and who also remarked its rareness.
Y. nana (Pl. 3, Figs. 4, 5) is rare in the Mediterranean. It was probably more common during the Pleistocene, when it occurred within deep circalittoral and bathyal faunas. The past Mediterranean records of *Yoldiella frigida* (Torell, 1859), a high-Arctic species, were proved by Warén (1989) to be based on misidentifications of *Y. nana.*

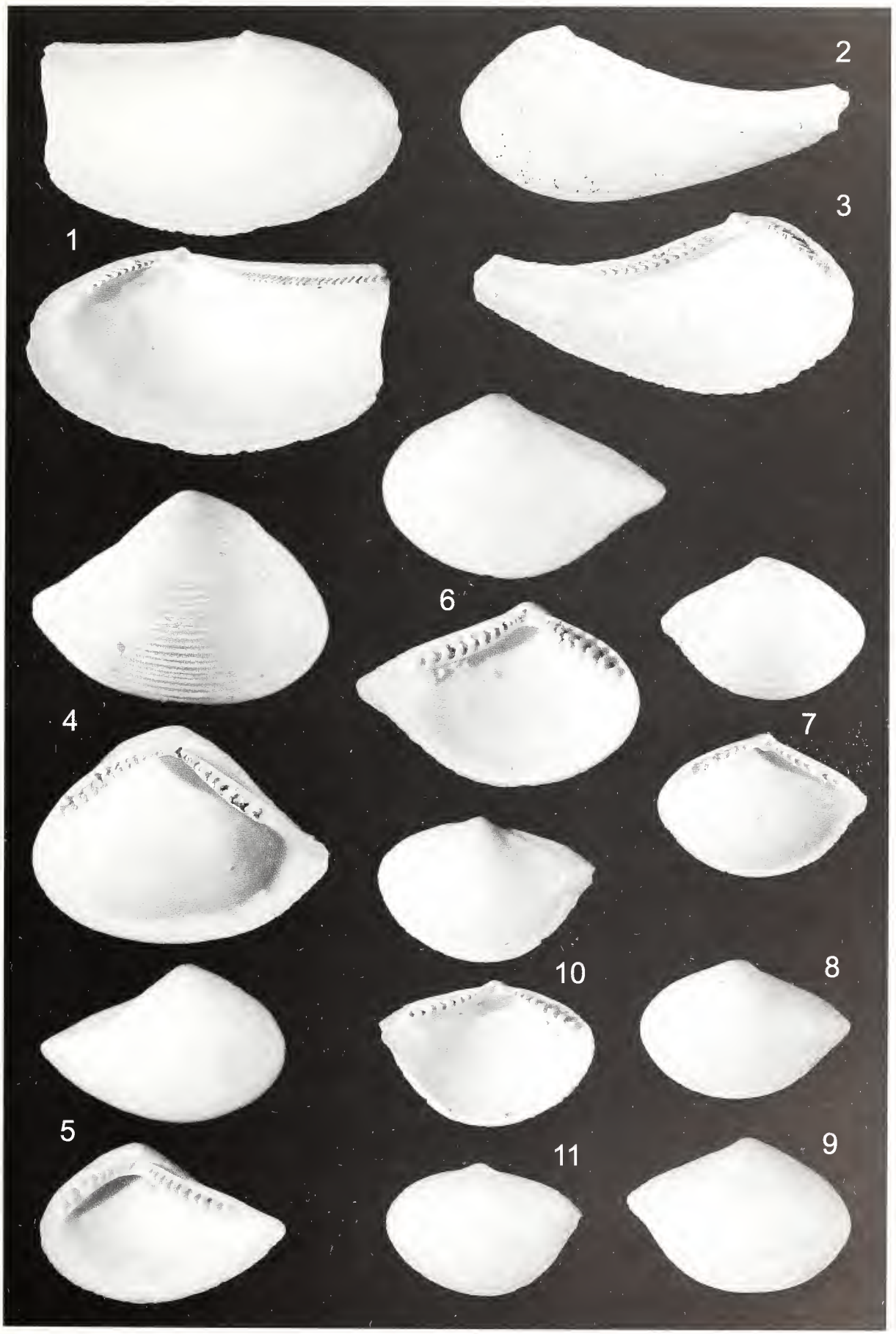
Yoldiella philippiana (Nyst, 1845), *Y. seguenzae* Bonfitto & Sabelli, 1995
Even considering *Yoldiella* Verrill & Bush, 1897 in a strict sense, i.e excluding those species which verge towards *Ledella* Verrill & Bush, 1897 (e.g. Kilburn 1994; Di Geronimo & La Perna, 1997; Coan *et al.*, 2000), this genus still remains too heterogeneous. The need to redefine the current usage of *Yoldiella* clearly appears by comparing the six species illustrated in the present work (Pl. 3, Fig. 1-8).

Yoldiella micrometrica (Seguenza, 1877), *Yoldiella* sp.
As also noted by Seguenza (1877), *Y. micrometrica* was notably rare in the Pleistocene, whereas it is now one of the most common mesobathyal nuculoid. The Pleistocene form (Pl. 3, Fig. 6), which has been never illustrated since its description, seems to match the Recent one (Pl. 3, Fig. 7). A similar rare Pleistocene species (Pl. 3, Fig. 8) seems to be undescribed and is currently under study.

Bathyspinula excisa (Philippi, 1844)
This species (Pl. 1, Fig. 11) was one of the most common bathyal nuculoid in the Mediterranean Pleistocene (Di Geronimo & La Perna, 1996). Doubts about its "real" extinction arise from the record of a single apparently fresh valve in the Ibero-Moroccan Gulf (Salas, 1996). In the same station (864 m), a single valve tentatively referred to the fossil species *Yoldia bronni* (Bellardi, 1875) was also found (Salas, 1996; Warén, pers. comm). This may imply that also the valve of *B. excisa* is a reworked fossil. However, if *B. excisa* is still living in the adjacent Atlantic, it must be notably rare there. *B. subexcisa* (Dautzenberg & Fischer, 1897), known from the Northeast Atlantic (Allen & Sanders, 1982), has a much deeper distribution (from ca 2000 m) which, together with morphological differences, points to a distinct specific status.

Microgloma tumidula (Monterosato, 1880), *M. pusilla* (Jeffreys, 1879), *M. aff. yongei* Sanders & Allen, 1973
Since the Pleistocene, *M. tumidula* (Pl. 3, Fig. 9) is the most common representative of the micromorphic genus *Microgloma* Sanders & Allen, 1973, whose taxonomy and biology were discussed by Ockelmann & Warén (1998). Rare fossil valves can be referred to *M. pusilla* (Pl. 3, Fig. 11), occurring also in the Recent Mediterranean (Ockelmann & Warén, 1998). Other rare valves might belong to *M. yongei* Sanders & Allen, 1973 (Pl. 3, Fig. 10). However, this identification is puzzling, as *M. yongei* was described from 1900-2700 m depth in the Angola and Cape Verde Basins (Sanders & Allen, 1973), from where no other species is known to occur in Europe (Warén, pers. comm.). Moreover, the species reported as *M. pusilla* by Salas (1996) from the Ibero-Moroccan Gulf seems to be same as the fossil one. I leave open the question, reporting this species tentatively as *M. aff. yongei.* Another Recent species, *"M." guilonardi* (Hoeksema, 1993), needs further studies on taxonomy and distribution. This species has elongated lamellar teeth, similar to those of *Phaseolus* Monterosato, 1875 (see below), and this makes the systematic allocation in *Microgloma* (Ockelmann & Warén, 1998) rather doubtful. Moreover, the Mediterranean

Plate 2
Fig 1. *Propeleda hoernesi* (Bellardi, 1875), Bovalino Superiore (S Calabria), Pleistocene, 10.1 mm. **Figs. 2, 3.** *Thestyleda cuspidata* (Philippi, 1844), Archi (S Calabria), Pleistocene, 2. 9.7 mm, 3. 9.0 mm. **Fig. 4.** *Jupiteria ercensis* (Brugnone, 1876), Bovalino Superiore (S Calabria), Pleistocene, 6.5 mm. **Fig. 5.** *Jupiteria gibba* (Seguenza, 1877), Bovalino Superiore (S Calabria), 3.7 mm. **Figs. 6-9.** *Ledella messanensis* (Jeffreys, 1870). 6. Archi (S Calabria), Pleistocene, 5.0 mm (=typical form). 7. *Grammichele* (SE Sicily), Pleistocene, 3.5 mm [=*L. nicotrae* (Seguenza, 1877)]. 8, 9. Bovalino Superiore (S Calabria), Pleistocene, 8. 3.7 mm, 9. 3.9 mm (=intermediate form). Figs. 10, 11. *Ledella rectidorsata* (Seguenza, 1877). Lazzaro (S Calabria), Pleistocene, 10. 3.7 mm, 11. 3.4 mm.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

records are from deep waters (CACHIA, 1995; HOEKSEMA, 2000), thus contrasting with the shallow water distribution known in the Northeast Atlantic (HOEKSEMA, 1993, 2000; GOFAS, pers. comm.). The valve reported by HOEKSEMA (2000) from the Tyrrhenian Sea has short, almost chevron-shaped teeth and it may represents a true *Microgloma* species. These observations lead to regard the Mediterranean records of *"M." guilonardi* as based on misidentifications.

Neilo dilatata **(Philippi, 1877),** ***N. isseli*** **Bellardi, 1875**

No North Atlantic species has been recently referred to *Neilo* Adams, 1854, but there is evidence that this genus, probably typical to the Central Pacific (MARSHALL, 1978), was, and is, present in the North Atlantic. The typical features (MARSHALL, 1978) of this malletiid are: shell inflated, solid, with a marked posterior angulation and prominent concentric ribs. The posterior margin may be somewhat sinuous. *N. dilatata* (Pl. 4, Fig. 1) is extinct, and mostly occurring in epibathyal beds. SANDERS & ALLEN (1985) reported a single specimen of *"Malletia dilatata"* from off Cuba in 534 m (and another species from the Guyana Basin which can be also referred to *Neilo*). The shell drawing recalls the Pleistocene species but, since no East Atlantic record is known, a so widely separated distribution seems unlike for a bathyal species. On the other hand, also *N. compta* (Sowerby, 1904) from South Africa (KILBURN, 1994) is markedly similar to *N. dilatata*.

N. isseli (Pl. 4, Fig. 2), traditionally allocated in this genus, has a rather sharp posterior angulation, but the concentric sculpture is lost and the gross shell shape resembles that of *Pseudomalletia* Fischer, 1886. On the other hand, *"Malletia" johnsoni* Clarke, 1961, reported by SALAS (1996) from the Ibero-Moroccan Gulf, appears somewhat intermediate between *Neilo* and *Pseudomalletia*. Such shared features may point to a close relationship between *Neilo* and *Pseudomalletia*, the latter treated by MARSHALL (1978) as a subgenus of the former. *N. isseli* is found within Pleistocene epibathyal beds. It was more common in the Late Miocene and Pliocene (ROBBA, 1981, 1990).

Pseudomalletia obtusa **(G.O. Sars, 1878),** ***Pseudomalletia caterinii*** **(Appelius, 1871)**

P. obtusa seems to occur all through the Northeast Atlantic and the Mediterranean and has a markedly deep range (down to 3000 m, according to KNUDSEN, 1979). Rare Pleistocene valves (Pl. 4, Fig. 3) from mesobathyal beds are referred to this species, of which the fossil *Nucula pellucida* Philippi, 1844 might be a synonym (*nomen oblitum*).

P. caterinii (Pl. 4, Fig. 4) differs from *P. obtusa* by having markedly narrow valves and faint oblique striae, running from the anterior and antero-dorsal margin to ca 2/3 of shell length. There are several cases of oblique sculpture within nuculoids (e.g. *Lembulus* Risso, 1826, *Cnesterium* Dall, 1898, *Adrana* Adams & Adams, 1858, *Scissileda* Kilburn, 1994). Such a feature does not always have real taxonomic weight and this seems the case for *P. caterinii*. This species is rarely found in Pleistocene epibathyal beds, but it was more common during the Late Miocene and Pliocene (ROBBA, 1981, 1990).

Katadesmia cuneata **(Jeffreys, 1876),** ***Katadesmia confusa*** **(Seguenza, 1877)**

As remarked by DI GERONIMO & LA PERNA (1997), a group of deep-sea malletiids, including *K. confusa* (Pl. 4, Fig. 5), differs from the typical form of the genus group, of which *K. cuneata* (Pl. 4, Fig. 6) is a good representative, by having more convex and sharply rostrated valves. Nevertheless, *Katadesmia* Dall, 1908 seems the best position for these species at present. *K. confusa* was a common Pleistocene mesobathyal nuculoid. *K. cuneata* is yet to be found as a fossil (probably due to its markedly deep distribution). Because of its wide distribution, it is unlikely that this species appeared recently, and the present-day depth of the Gibraltar sill (ca 300 m) is too shallow to allow it to cross (nuculoids develop through short-lived non-planktotrophic larvae). Therefore, *K. cuneata* must have been present at least since the Pleistocene.

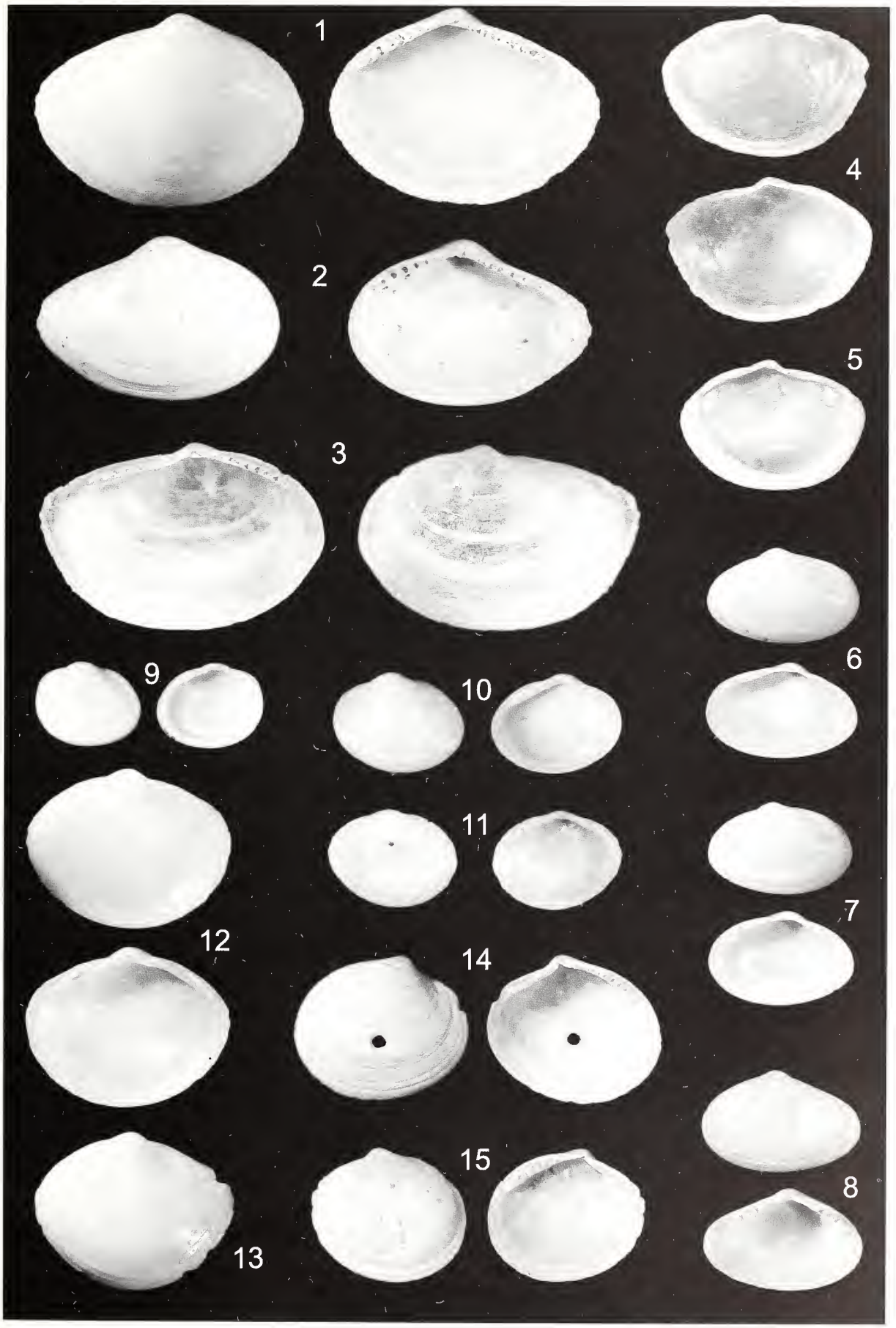
Austrotindaria pusio **(Philippi, 1844),** ***A. salicensis*** **(Seguenza, 1877),** ***A. latior*** **(Jeffreys, 1876)**

Together these species present a puzzle which was discussed by WARÉN (1989), ALLEN & SANDERS (1996a) and DI GERONIMO & LA PERNA (1997). Before summarising the problem, some words of explanation must be made about the systematic position. *Neilonella* Dall, 1881 and *Austrotindaria* Fleming, 1948 have been traditionally synonymised, but MAXWELL (1988) remarked on differences in the ligament. These differences were stressed by DI GERONIMO & LA PERNA (1997), who referred this group of species to *Austrotindaria,* based on their opisthodetic ligament (which is amphidetic in *Neilonella*).

WARÉN (1989) synonymised *Leda latior* Jeffreys, 1876 with *L. striolata* Brugnone, 1876, a Pleistocene species described from Sicily, and with *L. pusio* var. *salicensis* Seguenza, 1877, another fossil species and gave priority to *striolata.* ALLEN & SANDERS (1996a), following WARÉN, synonymised *latior* with *salicensis*, but regarded striolata as a distinct (doubtful?) species. DI GERONIMO & LA PERNA (1997) questioned the synonymy *striolata-latior-salicensis* and 1) illustrated topotypes of *pusio* and *salicensis* which were proved to be distinct species, 2) regarded *striolata* as a species of doubtful identity, 3) maintained the name

Plate 3

Fig. 1. *Yoldiella philippiana* (Nyst, 1845), Vallone Catrica (S Calabria), Pleistocene, 4.3 mm. **Fig. 2.** *Yoldiella seguenzae* Bonfitto & Sabelli, 1995, Archi (S Calabria), Pleistocene, 3.3 mm. **Fig. 3.** *Yoldiella lucida* (Lovén, 1846), Off E Sardinia, st. BS 78-2, 1281-330 m, Late Glacial, 4.3 mm. **Figs. 4, 5.** *Yoldiella nana* (Sars M., 1865), Villafranca Tirrena (NE Sicily), Pleistocene, 4. 2.7 mm, 5. 2.4 mm. **Figs. 6, 7.** *Yoldiella micrometrica* (Seguenza, 1877). 6. Archi (S Calabria), Pleistocene, 1.7 mm. 7. Southern Tyrrhenian, EOCUMM st. 14, 1139 m, 1.5 mm. **Fig. 8.** *Yoldiella* sp., Vallone Catrica, Pleistocene, 2.0 mm. **Fig. 9.** *Microgloma tumidula* (Monterosato, 1880), Bianco (S Calabria), Pleistocene, 0.77 mm. **Fig. 10.** *Microgloma aff. yongei* Sanders & Allen, 1973, Vallone Catrica, Pleistocene, 0.97 mm. **Fig. 11.** *Microgloma pusilla* (Jeffreys, 1879), Furnari (NE Sicily), Pleistocene, 0.97 mm. **Figs. 12, 13.** *Phaseolus ovatus* Seguenza, 1877. Grammichele (SE Sicily), Pleistocene, 12. 1.8 mm, 13. 1.8 mm. **Figs. 14, 15.** *"Yoldia" minima* Seguenza, 1877. 14. Off E Sardinia, st. BS 78-2, 1281-330 m, Late Glacial, 2.8 mm. 15. Vallone Catrica (S Calabria), Pleistocene, 2.4 mm.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

latior for the Recent North Atlantic species. Type material of *Leda pusio* var. *salicensis* was recently found by BERTOLASO & PALAZZI (2000) and the valve they illustrated matches the interpretation of this species given by DI GERONIMO & LA PERNA (1997).

Leda striolata Brugnone, 1876 remains a doubtful species, but since it was described from circalittoral-epibathyal Pleistocene beds in Sicily, it must be one of the presently known nuculoids, unless it is a notably rare species, yet to be found. Valves of *A. pusio* from epibabthyal beds differ from the typical deeper form (Pl. 1, Fig. 12) by being more elongated, posteriorly pointed and with a thinner wall (Pl. 1, Fig. 13). As for *L. nicotrae-messanensis* (see above), there is no way to keep these forms distinct, and I propose this shallower ecotype of *A. pusio* as possible identity of *L. striolata*.

A. pusio was one of the most common Pleistocene nuculoids, mostly occurring within mesobathyal associations, while *A. salicensis* was typical to the Pliocene bathyal faunas (ROBBA, 1981, 1990). A. latior is found in the Mediterranean as rare worn valves of probable Late Glacial age (DI GERONIMO & LA PERNA, 1997).

Phaseolus ovatus Seguenza, 1877

OCKELMANN & WARÉN (1998) stressed the correct usage of the genus *Phaseolus* Monterosato, 1875, which includes nuculoids with thin-walled ovate valves and a few lamellar teeth in the hinge. *Lametila abyssorum* Allen & Sanders, 1973 and *Prelametila clarkei* Allen & Sanders, 1973 from the Western Atlantic (ALLEN & SANDERS, 1973) should be probably placed in *Phaseolus*. The type species, *P. ovatus* (Pl. 3, Figs. 12, 13), was not rare in the Pleistocene, although never abundant, and mostly associated to epibathyal faunas. However, it is worth noting the record of this species by SØRENSEN (1984) from Early-Middle Pleistocene beds in the Isle of Rhodes (Western Mediterranean), where the species was said to be "the most numerous protobranch in all samples", but no other data are available on the nuculoid fauna.

Other deep-sea nuculoids in the Mediterranean Pleistocene?

Some species described by SEGUENZA (1877) from Pliocene or Pleistocene deep-sea beds in the Southern Italy have been not found or definitely recognised yet, such as *Nucula umbonata*, *Yoldia meridionalis*, *Malletia bellardii*, *Neilo messanensis* and *Tindaria solida*. Further studies could be then allow to add other species to the check-list of the Pleistocene deep-sea nuculoid fauna.

DISCUSSION

The composition of the Pleistocene nuculoid fauna was very different from the Recent one, both at level of species and of supraspecific taxa (Tab. 1). Out of 37 species which occurred in the Pleistocene, 18 are extinct (including the "doubtful" case of *B. excisa*), 14 are still living in the Mediterranean and 5 are no longer present (*Nucula* aff. *tumidula*, *"Yoldia" minima*, *Yoldiella lucida*, *Microgloma* aff. *yongei*, *Austrotindaria latior*). None of the extant species is endemic to the Mediterranean, and none is only known as Recent species. Thus, the deep Mediterranean nuculoid fauna consists only of species already present in the Pleistocene. About 50% of the bathyal nuculoids present during the Early-Middle Pleistocene became extinct and this rate is even higher if the two eurybathic shelf species, *N. sulcata* and *S. commutata*, are excluded from the true bathyal fauna.

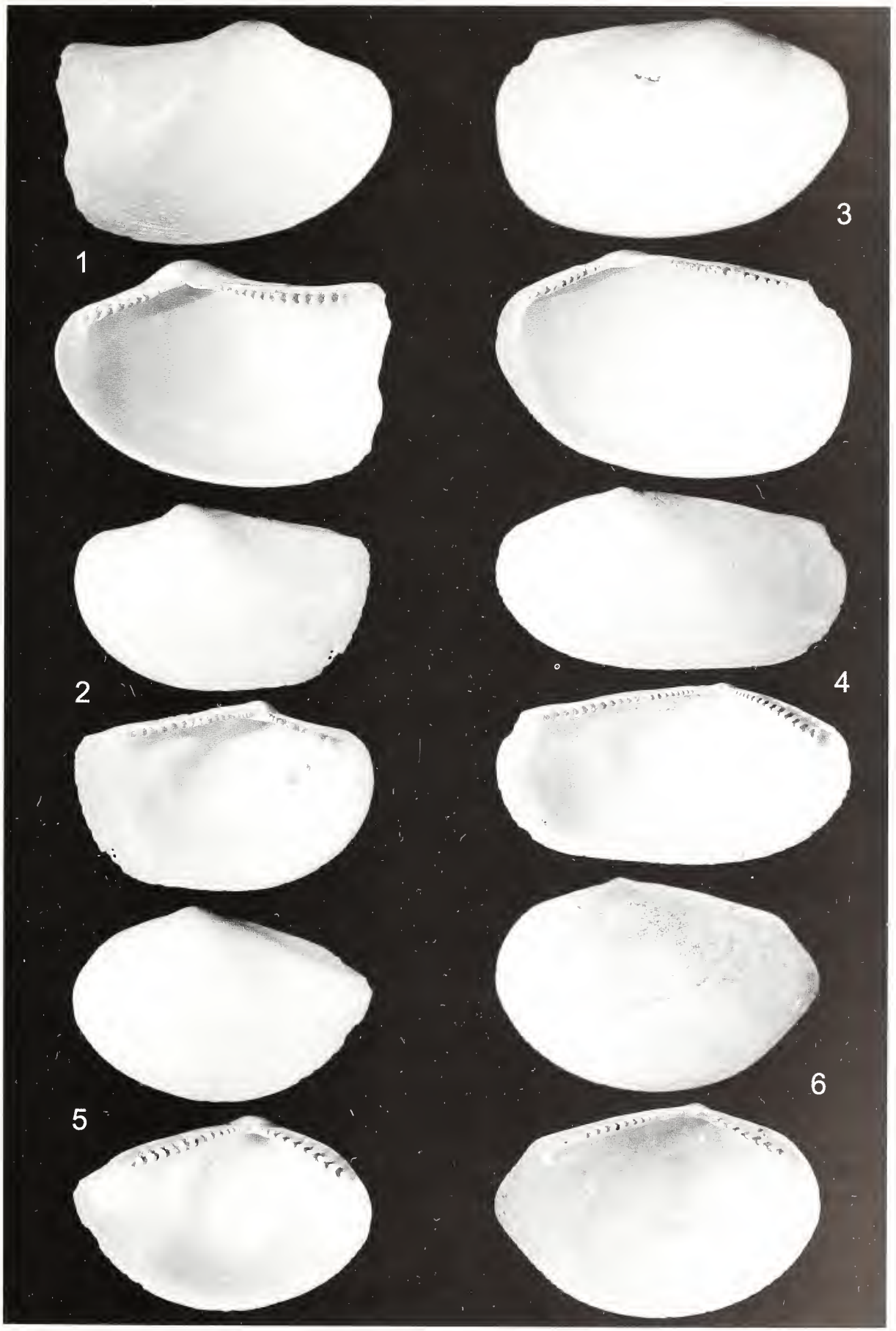
There is every reason to refer these dramatic changes in diversity and taxonomic composition, which involved the whole or the greater part of the Mediterranean bathyal macrobenthos, to the loss of psychrosphere and the onset of deep homeothermy (12°-13° C from ca 200 m down to the deepest waters) in the Late Quaternary, as discussed elsewhere (DI GERONIMO & LA PERNA, 1996, 1997; DI GERONIMO *et al.*, 1996, 1997, 2001; CORSELLI, 2001). These oceanographic changes were controlled by the uplifting of the Gibraltar sill, due a compression phase since 1 My (BOUSQUET & PHILIP, 1976; DILLON *et al.*, 1980), which cut the deep Mediterranean from the deep oceanic circulation (BENSON, 1972). The Recent nuculoid fauna, as well as all the bathyal benthos, thus appears to be mostly "residual", i.e. mainly composed of species which endured the changes from psychrospheric to warm homeothermic conditions. It can be hypothesized that the presently living species are the most eurytopic ones, particularly with respect to the present thermohaline conditions.

May the extinct species, or some of them at least, represent a palaeoendemic stock? Unfortunately, nothing is known about their distribution in the North Atlantic Pleistocene, but if these species were also present there, no alternative hypothesis can explain their extinction through the whole area of distribution. As is so far known, most of these extinct species appeared in the Middle-Late Pliocene, that means approximately between 3.0 and 1.7 My. Few of them were more ancient: *Propeleda hoernesi*, *Neilo isseli* and *Pseudomalletia caterinii* are known since the Late Miocene and *Austrotindaria salicensis* since the Early Pliocene. It is not possible to say much about the age of extinction. The nuculoid fauna described above is known up to the lower part of the Middle Pleistocene (0.8-0.6 My), within the *Pseudoemiliania lacunosa* Zone (DI GERONIMO *et al.*, 1997; D'ALESSANDRO *et al.*, 2003), but extinction had occurred before the Late Glacial (10-15 ky).

As is particularly well known from the bathyal coral communities (e.g. DELIBRIAS & TAVIANI, 1985; ALLOUC, 1987), the Last Glacial represented a "reflourishing" phase for the bathyal Mediterranean benthos. The deep homeothermy was still present but water temperature was lower, some 10-11°C, according to CORSELLI (2001). Some Atlantic species, particularly the species with longer-living free larval stages could enter via Gibraltar and live in the Mediterranean. This is a good hypoth-

Plate 4

Fig. 1. *Neilo dilatata* (Philippi, 1844), Bovalino Superiore (S Calabria), Pleistocene, 9.7 mm. **Fig. 2.** *Neilo isseli* Bellardi, 1875. Grammichele (SE Sicily), Pleistocene, 6.7 mm. **Fig. 3.** *Pseudomalletia obtusa* (Sars G.O., 1872), Archi (S Calabria), Pleistocene, 10.1 mm. **Fig. 4.** *Pseudomalletia caterinii* (Appelius, 1871), Torre di Ceperano (Romagna), Pliocene, 11.1 mm. **Fig. 5.** *Katadesmia confusa* (Seguenza, 1877), Archi (S Calabria), Pleistocene, 4.6 mm. **Fig. 6.** *Katadesmia cuneata* (Jeffreys, 1876), Southern Tyrrhenian, Eocumm st. 8, 1510 m, 6.3 mm.


1
2
3
4
5
6

esis for some molluscs (see BOUCHET & FONTES, 1981; BOUCHET & TAVIANI, 1992) but not so good for nuculoids, which lack planktotrophic larval stages (further, the glacio-eustatic low-stand made the Gibraltar sill even shallower than in the present days). Of the four species referred in the present work to the "Last Glacial group" (*Nucula* aff. *tumidula*., *Yoldiella lucida*, "*Yoldia*" *minima* and *Austrotindaria latior*), the first three were present also in the Early-Middle Pleistocene (and probably also *A. latior* is yet to be found). During the Last Glacial, these species found improved conditions to develop like (or better, as suggested by *Y. lucida*) during the true psychrosperic phase. They may be now definitively absent from the Mediterranean, or they may occur as small populations in the Western Mediterranean (as suggested by *Ennucula decipiens*).

Changes in the nuculoid fauna composition altered the composition of associations too (Fig. 4). Diversity and most probably also community density were so high to suggest, much more than the Recent Mediterranean fauna, the ecological enigma raised by ALLEN & SANDERS (1996b), i.e. the co-occurrence of many protobranch species which had similar life habits.

Two aspects are worth stressing: 1) the "new" character of the present-day epibathyal nuculoid fauna, 2) the strongly "residual" character of the mesobathyal one. The first consideration arises from the wide occurrence and dominance of *Ennucula aegeensis*, apparently rare in the Pleistocene. Although *E. aegeensis* cannot be assumed to be a good example of deep-sea nuculoid, due to its marked shallow range, its "Mediterranean" character is noteworthy, since its distribution in the Ibero-Moroccan Gulf seems to be mostly controlled by the Mediterranean outflow (SALAS, 1996). *Ennucula corbuloides*, *Ledella messanensis*, *Yoldiella micrometrica* and *Katadesmia cuneata* are probably the most common mesobathyal nuculoids. Although they were also present within the Pleistocene associations, the first two species were overwhelmed by a number of species, such as *Bathyspinula excisa*, *Katadesmia confusa* and *Austrotindaria pusio*. *Y. micrometrica* was notably rare and *K. cuneata* so rare such as to be so far unrecorded.

Since the Mediterranean is strongly isolated, its deep-sea fauna is expected to bear high degree of endemicity (GAGE & TAYLOR, 1991), but it appears that endemicity of the deep Mediterranean benthos is markedly low (e.g. MENZIES, 1973; FREDJ & LAUBIER, 1985; BOUCHET & TAVIANI, 1992). The nuculoid fauna gives a good example of this. Further, among nuculoids there does not seem to be any occurrence of variation from the Atlantic counterparts, which might allow ongoing differentiation or speciation to be argued. "High" rate of endemicity among some groups (e.g. BELLAN-SANTINI *et al.*, 1992), does not exclude that these endemic species are residual, inherited from the Plio-Pleistocene, and not young species. As speciation in the deep-sea is not regarded as particularly slower than in shallow waters (WILSON & HESSLER, 1987; GAGE & TAYLOR, 1991), the low degree of endemicity of the deep Mediterranean benthos must be explained by the recentness (few hundreds of thousands years) of the present oceanographic conditions. If the extinct species were really palaeoendemics, than the rate of endemicity within the Pleistocene deep Mediterranean fauna was much higher than the Recent one. This may reflect a long history of partial isolation, which was not so strong to bar the deep circulation but encouraged the differentiation of the deep Mediterranean fauna from the North Atlantic one.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am particularly indebted to J.A. Allen (University Marine Biological Station, Millport), to A. Warén (Swedish Museum of Natural History, Stockholm) and to S. Gofas (University of Malaga) for suggestions, data and critical reading. Also thanks to I. Di Geronimo (Università di Catania) and S. Raffi (Università di Bologna) for suggestions and encouragement, to A. Ceregato and D. Scarponi (Università di Bologna) for providing useful data, and to C. Tabanelli for the loan of material.

Work supported by Fondi di Ricerca d'Ateneo 2001, Resp. Prof. N. Ciaranfi.

NOTE ADDED IN PROOFS

After the preparation of the present work, the identity of *Yoldia micrometrica* Seguenza, 1877 was reconsidered and a neotype proposed for the true Pleistocene *Y. micrometrica* (Pl. 3, Fig. 8, as *Yoldiella* sp.), whereas the Recent species so far known as *Y. micrometrica* was described as new. The occurrence of this last species in the Pleistocene remains doubtful. In the same work, two additional new protobranch species were described from the deep Mediterranean.

More recently, the genus *Jupiteria* was studied by LA PERNA *et al.* (in prep.), with emphasis to the identity of its type species. In the same work, *Ledella nicotrae* (Seguenza, 1877) is proved to occur in the Pliocene and its taxonomic status is reconsidered.

LA PERNA R., in press. The identity of *Yoldia micrometrica* Seguenza, 1877 and three new deep-sea protobranchs from the Mediterranean (Bivalvia). *Journal of Natural History*.

LA PERNA R., CEREGATO A. & TABANELLI C., in prep. Mediterranean Pliocene protobranchs: the genera *Jupiteria* Bellardi, 1875, *Ledella* Verrill & Bush, 1897 and *Zealeda* Marwick, 1924 (Mollusca, Bivalvia).

REFERENCES

ALLEN J.A., 1954. A comparative study of the British species of *Nucula* and *Nuculana*. *Journal of the Marine Biological Association of U.K.*, 33: 457-472.

ALLEN J.A., 1979. The adaptations and radiation of deep-sea bivalves. *Sarsia*, 64: 19-27.

ALLEN J.A., 1992. The evolution of the hindgut of the deep-sea-sea protobranch bivalves. *American Malacological Bulletin*, 9: 187-191.

ALLEN J.A. & HANNAH F.J., 1986. A reclassification of the recent genera of the subclass Protobranchia (Mollusca: Bivalvia). *Journal of Conchology*, 32: 225-249.

ALLEN J.A. & SANDERS H.L., 1973. Studies on deep-sea Protobranchia (Bivalvia);the families Siliculidae and Lametilidae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 145: 263-310.

ALLEN J.A. & SANDERS H.L., 1982. Studies on the deep sea Protobranchia; the subfamily Spinulinae (Family Nuculanidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 150: 1-30.

ALLEN J.A. & SANDERS H.L., 1996a. Studies on deep-sea Protobranchia (Bivalvia); the family Neilonellidae and the family Nuculanidae. *Bulletin of the*

Natural History Museum, London (Zoology), 62(2): 101-132.

Allen J.A. & Sanders H.L., 1996b. The zoogeography, diversity and origin of the deep-sea protobranch bivalves of the Atlantic: The epilogue. *Progress in Oceanography*, 38: 95-153.

Allouc J., 1987. Les paléocommunautés profondes sur fond rocheux du Pléistocène Méditerranée. Description et essai d'interprétation paléoecologique. *Geobios*, 20: 241-263.

Barrier P., Di Geronimo I. & Lanzafame G., 1985. I rapporti fra tettonica e sedimentazione nell'evoluzione recente dell'Aspromonte occidentale (Calabria). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 91: 537-556.

Bellagamba M., 1986. La malacofauna del dragaggio BS 77-8 (bacino dellaSardegna – area nord-occidentale). *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, 22: 209-226.

Bellan-Santini D., Fredj G. & Bellan G., 1992. Mise au point sur la connaissance concernant le benthos profond Méditerranéen. *Oebalia*, suppl. 17: 21-36.

Benson R.H., 1972. Ostracods as indicators of threshold depth in the Mediterranean during the Pliocene. In Stanley D.J. (Ed.): *The Mediterranean Sea: a Natural Sedimentation* Laboratory. Dowden, Htchinson & Ross, Stroudsburg: 63-73.

Bergmans W., 1978. Taxonomic revision of Recent Australian Nuculidae (Mollusca: Bivalvia) except *Ennucula* Iredale, 1931. *Records of the Australian Museum*, 31: 673-736.

Bertolaso L. & Palazzi S., 2000. Note sulla raccolta Seguenza di molluschi pliopleistocenici della provincia di Messina conservata presso il Museo dei Geologia e Paleontologia dell'Universirà di Firenze. *Bollettino Malacologico*, 35: 3-44.

Bonfitto A. & Sabelli B., 1995. *Yoldiella seguenzae*, a new species of Nuculanidae (Bivalvia; Nuculoida) from the Mediterranean Sea. *Journal of Molluscan Studies*, 61: 21-27.

Bouchet P. & Fontes J.-C., 1981. Migrations verticals des larves de Gastéropodesabyssaux: arguments nouveaux dû à l'analyse isotopique de la coquille larvaire er postlarvaire. *Comptes–rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris*, 292: 1005-1008.

Bouchet P.& Taviani M., 1992. The Mediterranean deep-sea fauna: pseudopopulations of Atlantic species. *Deep-Sea Research*, 39: 169-184.

Bousquet J.-C. & Philip H., 1976. Observations microtectoniques sur la compression nord-sud quaternaire des Cordellères bétiques orientales (Espagne méridionale–Arc de Gibraltar). *Bulletin de la Société géologique de France*, 28: 711-724.

Cachia C., 1995. On the occurrence of *Phaseolus guilonardi* Hoeksema, 1993 (Fam. Phaseolidae Scarlato & Starobogatov, 1971) in the Mediterranean. *Bollettino Malacologico*, 31: 37-38.

Carpine C., 1970. Ecologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentale. *Mémoires de l'Institute océanographique de Monaco*, 2: 1-146.

Carter J.G., Campbell D.C & Campbell M.R., 2000. Cladistic perspectives on early bivalve evolution. In Harper E.M., Taylor J.D., Crame J.A. (Eds.): *Evolutionary Biology of the Bivalvia*. Geol. Soc. Spec. Publ. no. 177, London: 47-79.

Coan E.V., Valentich Scott P. & Bernard F.R., 2000. *Bivalve Seashells of Western North America. Marine Bivalve Mollusks from Arctic Alaska to Baja California*. Santa Barbara Museum of Natural History Monographs Number 2, Studies in Biodiversity Number 2, 764 pp.

Cope J.C.W., 2000. A new look at early bivalve phylogeny. In Harper E.M., Taylor J.D., Crame J.A. (Eds.): *Evolutionary Biology of the Bivalvia*. Geological Society, Special Publication no. 177, London: 81-95.

Corselli C., 2001. Change and diversity: the Mediterranean deep corals from the Miocene to the Recent. In Faranda F.M., Guglielmo L., Spezie G. (Eds.): *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes*. Springer-Verlag: 361-366.

D'Alessandro A., La perna R. & Ciaranfi N., 2003. Response of macrobenthos to changes in palaeoenvironments in the Lower-Middle Pleistocene (Lucania Basin, Southern Italy). *Il Quaternario*, Volume Speciale INQUA, 16 (1 Bis): 141-157.

D'Amico A., 1912. I molluschi raccolti nel Mediterraneo dalla R.N. Washingtondurante le campagne talassografiche (1881-82). *Archivio Zoologico Italiano*, 5: 233-279.

Davenport J., 1988. The feeding mechanism of *Yoldia (=Aequiyoldia) eightsi*(Courthouy). *Proceeding of the Royal Society of London*, B 232: 431-442.

Delibrias G. & Taviani M., 1985. Dating the death of Mediterranean deep-sea Scleractinian Corals. *Marine Geology*, 62: 175-180.

Di Geronimo I., 1974. Molluschi bentonici in sedimenti recenti batiali ed abissali dello Jonio. *Conchiglie*, 10: 133-172.

Di Geronimo I., 1979. Il Pleistocene in facies batiale di Valle Palione. *Bollettino Malacologico*, 15: 85-156.

Di Geronimo I. & Bellagamba M., 1986. Malacofaune dei dragaggi BS 77-1 e BS 77-2 (Sardegna nord-orientale). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 24: 111-129.

Di Geronimo I. & La Perna R., 1996. *Bathyspinula excisa* (Philippi, 1844) (Bivalvia, Protobranchia): a witness of the Plio-Quaternary history of the deep Mediterranean benthos. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 102: 105-118.

Di Geronimo I. & La Perna R., 1997. Pleistocene bathyal assemblages from Southern Italy. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 103: 389-426.

Di Geronimo I. & Li Gioi R., 1981. La malacofauna würmiana della staz. BS 77/4 al largo di Capo Coda Cavallo (Sardegna nordorientale). *Annali dell'Università di Ferrara (n.s.), Sez. IX–Scienze Geologiche e Paleontologiche*, 6, suppl.: 123-151.

Di Geronimo I. D'Atri A., La Perna R., Rosso A. & Sanfilippo R., 1997.The Pleistocene bathyal section of Archi (Southern Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 36: 189-212.

Di Geronimo I. & Panetta P., 1973. La malacofauna batiale del Golfo di Taranto. *Conchiglie*, 9: 69-122.

Di Geronimo I., La Perna R. & Rosso A., 1996. The Plio-Quaternary evolution of the Mediterranean deep-sea benthos: an outline. In *La Méditerranée: variabilités climatiques, environnement et biodiversité*, Actes du Colloque Scientifique Internacional (Montpellier, 6-7 Avril 1995): 286-291.

Di Geronimo I., Rosso A., La Perna R. & Sanfilippo R., 2001. Deep-sea (250-1,550 m) benthic thanatocoenoses from the Southern Tyrrhenian Sea. In Faranda F.M., Guglielmo L., Spezie G. (Eds.): *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes*. Springer-Verlag: 377-387.

Dillon W.P., Robb J.M., Greene H.G. & Lucena J.C., 1980. Evolution of the continental margin of Southern Spain and the Alboran Sea. *Marine Geology*, 36: 205-226.

Emig C.C., 1997. Bathyal zones of the Mediterranean continental slope: an attempt. *Publicaciones Especiales Instituto Español de Oceanografía*, 23: 23-33.

Fredj G. & Laubier L., 1985. The deep Mediterranean benthos. In Moraitou-Apostolopoulou M. & Kiortis V. (Eds.): *Mediterranean marine ecosystems*, Plenum Press, New York, 109-145.

Gage J.D. & Tyler P.A., 1991. *Deep-Sea Biology. A Natural History of Organisms at the Deep-Sea Floor*. Cambridge University Press, Cambridge, 505 pp.

HICKMAN C.S., 1984. Composition, structure, ecology and evolution of six-Cenozoic deep-water mollusk communities. *Journal of Paleontology*, 58: 1215-1234.

HOEKSEMA D.F., 1993. *Phaseolus guilonardi* n.sp., a new species of Phaseolidae (Bivalvia: Protobranchia) from the southern North Sea Basin. *Basteria*, 57: 95-102.

HOEKSEMA D.F., 2000. A new record of *Microgloma guilonardi* (Hoeksema, 1993)from the Mediterranean (Bivalvia, Protobranchia, Nuculanidae). *Basteria*, 64: 3-4.

JANSSEN R., 1989. Benthos-Mollusken aus dem Tiefwasser des östlichen Mittelmeres, gesammelt während der "METEOR"-Fahrt 5 (1987). *Senckenbergiana maritima*, 20: 265-276.

JEFEREYS J.G., 1879. On the mollusca procured during the Lightning and Porcupine Expeditions. Part 2. *Proceedings of the Zoological Society of London*, (1878): 656-687.

KIDWELL S. M. & BOSENCE D.W.J., 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In ALLISON P.A. & BRIGGS D.E.G. (Eds): Taphonomy: Releasing the Data locked in the Fossil Record, Plenum Press, New York: 115-209.

KILBURN R.N., 1994. The protobranch genera *Jupiteria*, *Ledella*, *Yoldiella* and *Neilo* in South Africa, with description of a new genus (Mollusca: Bivalvia: Nuculanoidea). *Annals of the Natal Museum*, 35: 157-175.

KILBURN R.N., 1999. The family Nuculidae (Bivalvia: Protobranchia) in South Africa and Mozambique. *Annals of the Natal Museum*, 40: 245-268.

KNUDSEN J., 1970. The systematics and biology of abyssal and hadal bivalvia. *Galathea Reports*, 11: 1-241.

KNUDSEN J., 1979. Deep-sea bivalves. In VAN DER SPOEL S., VAN BRUGGEN A. C. & LEVER J. (Eds.): *Pathways in Malacology*. Scheltema & Holkema, Utrecht: 195-224.

LA PERNA R., 1998. Revision of *Leda erctensis* Brugnone, 1876, *Leda striatella* Ponzi,1876, *Leda trigona* Seguenza, 1877, *Leda gibba* Seguenza, 1877, with taxonomic and biogeographic comments on *Jupiteria* Bellardi, 1875 (Bivalvia, Protobranchia). *Bollettino dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania*, 30: 225-241.

MARSHALL B.A., 1978. The genus *Neilo* in New Zealand (Mollusca: Bivalvia). *New Zealand Journal of Zoology*, 5: 425-436.

MAXWELL P.A., 1988. Comments on "A reclassification of the recent genera of the subclass Protobranchia (Mollusca: Bivalvia)" by J.A. Allen and F.J. Hannah (1986). *Journal of Conchology*, 33: 85-96.

MENZIES R.J., 1973. Biological history of the Mediterranean Sea with reference-to the abyssal benthos. *Rapports et proces-verbaux des réunions, Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée*, 21: 717-723.

MONTENAT C. & BARRIER P., 1987. Approche quantitative des mouvements verticaux quaternaires dans le détroit de Messine. *Documents et Travaux, Institut Geologique Albert De Lapparent*, 11: 185-190.

NIJSSEN-MEYER J., 1972. Additional notes on *Propeleda platessa* (Dall, 1890) and designation of its lectotype (Pelecypoda, Nuculanidae). *Basteria*, 36: 55-58.

OCKELMANN K. & WARÉN A., 1998. Taxonomy of and biological notes on the bivalve genus *Microgloma*, with comments on protobranch nomenclature. *Opbelia*, 48: 1-24.

PALAZZI S. & VILLARI A., 1994. Malacofaune batiali plio-pleistoceniche del messinese. 1: Venetico Marina. *Il Naturalista siciliano*, s. 4, 18: 73-106.

PALAZZI S. & VILLARI A., 1996. Malacofaune batiali plio-pleistoceniche del messinese. 2: Capo Milazzo. *Il Naturalista siciliano*, s. 4, 20: 237-279.

PÉRES J.M. & PICARD J., 1964. Nouveau manuel de Bionomie bentique de la mer Méditerranée. *Recueil de Travaux de la Station Marine d'Endoume*, 31: 1-137.

REX M.A., 1981. Community structure in the deep-sea benthos. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 12: 331-353.

RHIND P.M. & ALLEN J.A., 1992. Studies on the deep-sea Protobranchia (Bivalvia): the family Nuculidae. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)*, 58: 61-93.

RHOADS D.C., 1963. Rates of sediment reworking by *Yoldia limatula* in Buzzards Bay, Massachusetts, and Long Island Sound. *Journal of Sedimentary Petrology*, 33: 723-727.

ROBBA E., 1981. Studi paleoecologici sul Pliocene ligure. IV. Malacofaune batiali della Liguria occidentale. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 87: 93-164.

ROBBA E., 1990. Comments on the taxonomic structure of some Neogene molluscan communities. *Lavori della Società Italiana di Malacologia*, 23: 417-438.

SALAS C., 1996. Marine Bivalves from off the Southern Iberian Peninsula collected by the Balgim and Fauna 1 expeditions. *Haliotis*, 25: 33-100.

SANDERS H.L. & ALLEN J.A., 1973. Studies on deep sea Protobranchia (Bivalvia); Prologue and the Pristiglomidae. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 145: 237-262.

SANDERS H.L. & ALLEN J.A., 1985. Studies on deep-sea Protobranchia (Bivalvia); the-family Malletiidae. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)*, 49(2): 195-238.

SEGUENZA G., 1877. Nuculidi teriziarie rinvenute nelle province meridionali d'Italia.*Memorie della Reale Accademia dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, s. 3, 1: 1163-1200.

SORENSEN M., 1984. Growth and mortality in two Pleistocene bathyal micromorphic bivalves. *Lethaia*, 17: 197-210.

STASEK C.R., 1965. Feeding and particle-sorting in *Yoldia ensifera* (Bivalvia: Protobranchia), with notes on other nuculanids. *Malacologia*, 2: 349-366.

TYLER P.A. HARVEY R., GILES L.A. & GAGE J.D., 1992. Reproductive strategies and diet in deep-sea nuculanid protobranchs (Bivalvia: Nuculoidea) from the Rockall Trough. *Marine Biology*, 114: 571-580.

VIANA A.R., FAUGÈRES J.C. & STOW D.A.V., 1998. Bottom-current-controlled-sand-deposits – a review of modern shallow- to deep-water environments. *Sedimentary Geology*, 115: 53-80.

WARÉN A., 1978. The taxonomy of some North Atlantic species referred to *Ledella* and *Yoldiella* (Bivalvia). *Sarsia*, 63: 213-119.

WARÉN A., 1989. Taxonomic comments on some protobranch bivalves fromthe Northeastern Altlantic. *Sarsia*, 74: 223-259.WILSON G.D.F. & HESSLER R.R., 1987. Speciation in the deep sea. *AnnualReview of Ecology and Systematics*, 18: 185-207.

YONGE C.M., 1939. The protobranchiate Mollusca; a functional interpretation of their structure and evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society*.London, B 230: 79-147.

Lavoro accettato il 22 Giugno 2002

Analisi biogeografica della malacofauna marina italiana

Filippo Bassignani, Daniele Bedulli & Maria Mesoraca

KEY WORDS: biogeografia, molluschi, Mar Mediterraneo, conservazione.

ABSTRACT Species richness is the only component of biodiversity that can be considered on large spatial and temporal scale. Species richness of Italian Marine Moluscs is analysed using a dataset collected by members of the Italian Malacological Society (SIM - Società Italiana di Malacologia). These data are ordered in the database "Censimento della Malacofauna Marina delle Coste Italiane" (Census of Italian Marine Malacofauna) created by the authors and the ENEA (Organisation for the New Technology, the Energy and the Environment) and managed by the ENEA. This database is accessible in the web site:
"http://estaxp.santateresa.enea.it/www/censim/censimento.hrml".
The Census contains around 20.000 records concerning 901 species sampled in 663 localities around the whole Italian coastal perimeter. The descriprion and disrriburion of the most common species and the distribution of data according to rhe substrate, the habitat and the sampling methods are showed. Elaboration of our data enabled us to formulate an index to measure species richness and to define lots, regions and seas with higher species richness. Other results consider ecological factors affecting the distribution of species richness and the distribution of species defined worth of protection according to recent studies.

RIASSUNTO La biodiversità della malacofauna marina italiana viene analizzata considerando la ricchezza specifica. Sono stati utilizzati i dati raccolti dalla S.I.M. (Società Italiana di Malacologia) ed organizzati nel database "Censimento della malacofauna Marina delle Coste Italiane". Questo database è consultabile su Internet in un sito gestito in collaborazione col Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale dell'Università di Parma.
Tramire il censimento sono stati raccolti circa 20.000 records su 901 specie campionate in 663 località distribuite lungo l'intero perimetro costiero.
E' stato creato un indice di ricchezza specifica svincolato dallo sforzo di campionamento che permerte di individuare lotti, le regioni ed i mari in cui questo parametro è più elevato. I mari Tirreno e ionio hanno un indice di ricchezza specifico più elevato che il mare Adriatico.
Il numero di specie degne di protezione è più alto nei lotri con indice di ricchezza specifica elevato. Qualora tale risultato fosse confermato da analisi più detragliate, si otterrebbe un'importante indicazione del valore dell'IRS come indicatore di biodiversità e della presenza di specie da proteggere.
In altri termini, l'IRS può costituire uno dei parametri utilizzabili per individuare le zone di massimo interesse ecologico e conservazionistico ("hotspots").

Dipartimento di Biologia Evolutiva e Funzionale - Università di Parma.
Email: bassignani@biol.unipr.it

INTRODUZIONE

La biodiversità è la varietà degli organismi considerata a tutti i livelli di organizzazione, da quella genetica a quella delle popolazioni e delle specie, sino ai livelli tassonomici più elevati. Questo termine comprende pertanto la varietà degli habitat, degli ecosistemi e dei processi che in essi si svolgono (per es. WILSON, 1997; MEFFE *et al.*, 1997). Con la Convenzione sulla Diversità Biologica sottoscritta da 145 stati intervenuti al Summit Mondiale sull'Ambiente ("EARTH SUMMIT") di Rio de Janeiro dell'estate 1992, la biodiversità é diventata un argomento centrale per la scienza e la politica di tutto il mondo (WILSON, 1997).
Le conoscenze attuali sull'insieme dei componenti degli ecosistemi e dei processi ecologici ed evolutivi sono estremamente frammentarie. I confini di habitat, biomi ed ecosistemi sono artificiali e validi solo in relazione all'accordo esistente tra gli studiosi. In effetti, sul nostro pianeta esiste un solo grande ecosistema: la biosfera (BEGON *et al.*, 1989; RICKLEFS, 1993). Al suo interno non esistono limiti netti che separano le popolazioni, le comunità e le altre suddivisioni create dagli ecologi per necessità di ricerca. Accurate stime delle densità di popolazione riferite a grandi scale territoriali sono raramente disponibili. Per questo, soprattutto con riferimento a grandi scale spaziali o temporali, la forma di biodiversità più facilmente e rapidamente individuabile è la ricchezza di specie, ossia il numero di specie trovate in una determinata porzione di spazio (PRIMACK, 1993; ORIANS, 1997; MYERS *et al.*, 2000).
In realtà le liste di specie sono spesso il solo tipo d'informazione esistente per alcune aree, anzi in moltissimi casi tali liste devono ancora essere compilate. In ogni caso i dati sulla ricchezza specifica consentono di individuare le specie di maggior interesse per la biologia della conservazione; i modelli di analisi della ricchezza specifica sono tra le priorità più immediate di questa disciplina ed orientano la maggior parte delle ricerche sulla biodiversità (ORIANS, 1997). Lo stesso concetto di specie non è privo di problemi ma, per gli scopi di questa ricerca, é sufficiente ricordare che essa é uno strumento di lavoro e di studio ancora indispensabile e insostituibile (MEFFE & CARROLL, 1997b). Soprattutto va ribadito che in una "disciplina di crisi" (*sensu* MEFFE & CARROLL, 1997a), come la protezione della biodiversità, i dati sulla ricchezza specifica sono comunque i più facili e rapidi da ottenere. Dati di questo tipo, pur essendo insufficienti per un'effettiva e dettagliata conoscenza delle dinamiche ecologiche ed evolutive, forniscono la maggior quantità di informazione biologica in rapporto agli investimenti e, soprattutto, permettono la loro applicazione immediata per gestire e conservare la biodiversità.
In questo contesto la nostra ricerca ha due obiettivi: 1) analizzare la ricchezza specifica delle malacocenosi marine italiane al fine di individuare un metodo per misurare e confrontare risultati riferiti a contesti spaziali temporali ed ambientali eterogenei; 2) individuare, anche tramite tali confronti, le variabili ambientali correlate alla ricchezza specifica ed alla presenza di specie da proteggere.

MATERIALI E METODI

Il "Censimento della Malacofauna Marina Italiana"

La ricchezza specifica della malacofauna marina italiana è analiz-

zata utilizzando i dati raccolti dalla SIM (Società Italiana di Malacologia) e da campagne di campionamento realizzate da vari istituti di ricerca. Il *Phylum* dei Molluschi è stato scelto in quanto è un buon indicatore della biodiversità marina (per es. CHEMELLO *et al.*, 2000). I dati sono stati ordinati nel database "Censimento della malacofauna marina delle coste italiane", consultabile su Internet in un sito gestito dall'ENEA. Il database contiene 19.226 records riguardanti 901 specie campionate (ossia il 67,6% dei molluschi marini presenti in Italia), durante il periodo 01/01/1958 31/12/1997, in 663 località distribuite lungo il perimetro delle coste italiane (tab. 1)

n° schede	2.463
n° records	19.226
n° specie	901
n° raccoglitori	91
località	663
inizio censim.	01/01/58
fine censim.	31/12/97

Tab. 1 - Dati generali

Suddivisione dei dati in lotti

Per potere realizzare un'analisi biogeografica dei dati del censimento l'insieme dei records è stato suddiviso in 59 lotti distribuiti in modo da comprendere tutte le coste italiane. Ad ogni lotto sono riferiti circa 300 records (media 326,3 ± 59,9) in modo che lo sforzo di campionamento, espresso appunto dal numero di records, non vari in modo macroscopico tra i diversi lotti. In molti casi i lotti corrispondono alle province. Per ogni lotto sono stati determinati i seguenti parametri: a) ricchezza specifica (numero di specie censite); b) sforzo di campionamento (numero di records); c) numero di ambienti (misura della variabilità ambientale ottenuta combinando le informazioni sull'habitat e sul substrato); d) proporzione di durezza del substrato (ISDG) e indice di variabilità batimetrica (IVB). L'ISDG può assumere valori compresi tra 0 e 1, rispettivamente in caso di assenza di substrato esclusivamente mobile o di substrato esclusivamente duro. L'IVB è determinato moltiplicando il numero di profondità diverse in cui si è campionato per l'ampiezza dell'intervallo batimetrico, espresso in decine di metri: I risultati di queste operazioni sono rappresentati nella tab. 2.

Test statistici

Poiché i dati raccolti possono essere considerati indipendenti (privi di autocorrelazione) e distribuiti in modo normale sono stati utilizzati due test statistici parametrici: il test di correlazione di Pearson e l'analisi della varianza (ANOVA). Nei casi in cui si avevano dubbi sulla distribuzione normale gaussiana dei dati e/o sulla loro autocorrelazione si sono effettuati anche i test di correlazione non parametrica Tau di Kendall e Rho di Spearman. In questo modo i risultati dei test di correlazione non sono vincolati alla correttezza dei presupposti riguardanti la distribuzione normale gaussiana dei dati e l'assenza di autocorrelazione tra gli stessi. In tutti i casi in cui i test non parametrici sono stati eseguiti i livelli di significatività ottenuti sono risultati coerenti con quelli ottenuti utilizzando test parametrici. Nei test di correlazione sulla variabile espressa con valore proporzionale è stata operata la "trasformazione angolare" (arcoseno della radice quadrata; LISON, 1982).

RISULTATI

Il metodo di campionamento più utilizzato è stato quello "manuale in immersione" (44,9%), seguito da "manuale da riva" (20,1%), da "pesca con rete" (11,7%), da "prelievo con benna" (11,3) e da "dragaggio" (7,8%); per il 4,1% dei records non è stato specificato il metodo utilizzato (tab. 3). I campionamenti sono stati condotti in 9 diversi tipi di habitat; la maggior parte dei records (64,9%) proviene dall'habitat infralitorale + circalitorale mentre per il 6,6% dei records non è stato definito l'habitat di provenienza (tab. 4). Complessivamente il 64% dei campionamenti è stato condotto su substrato duro o grossolano (fig. 1).

Per quanto riguarda la ricchezza specifica e gli altri parametri riferiti ai lotti si rimanda alla tab. 2.

Confronto tra mari

Per confrontare gli indici di ricchezza specifica dei mari italiani si è determinato il valore medio degli IRS dei lotti di ogni mare e si è fatto un confronto tra tali valori medi utilizzando il test ANOVA (tab. 5 e fig. 2). Tale confronto ha evidenziato: differenza con significatività molto alta ($F = 22$; $p < 0,001$) tra Mar Ligure (media 0,67; n = 10 lotti) e Mar Adriatico (media 0,44; n = 12 lotti); differenza molto significativa ($F = 12$; $p < 0,01$ e $F = 15$; $p < 0,01$ rispettivamente) tra Mar Tirreno (media 0,44; n = 23 lotti) e Mar Adriatico (media 0,44; n = 12 lotti) e tra Mar Ionio (media 0,67; n = 7 lotti) e Mar Adriatico (media 0,44; n = 12 lotti).

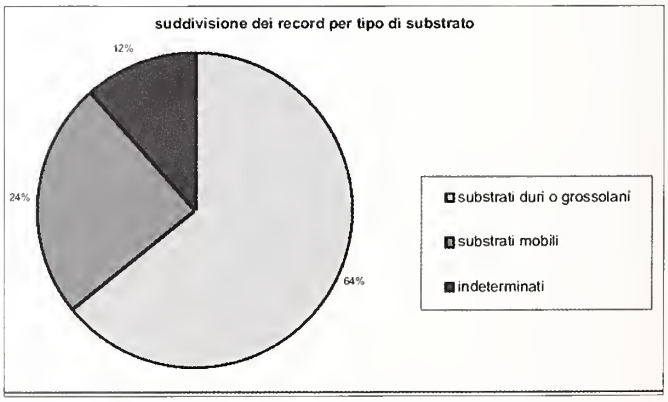


Fig. 1 - Suddivisione dei records per tipo di substrato.

lotto	n° spec.	n° rec.	n° amb.	n° loc.	ISDG	IVB	IRS
Imperia	216	414	9	8	0,796	84	0,5217391
Savona	175	283	8	13	0,613	48	0,6183746
Genova Ovest	242	376	12	9	0,952	50	0,643617
Genova Est	257	352	15	8	0,818	160	0,7301136
La Spezia	293	373	15	8	0,69	143	0,7855228
Lucca+Livorno	167	278	9	8	0,99	140	0,6007194
Livorno C.S.	253	400	5	3	0,758	12	0,6325
Livorno centro nord	234	371	8	3	0,963	56	0,6307278
Livorno sud	274	344	10	17	0,919	350	0,7965116
Capraia (Li)	146	195	8	5	0,67	216	0,7487179
Elba (Li)	219	407	8	25	0,96	420	0,5380835
Grosseto	220	389	6	15	1	81	0,5655527
Lazio	249	385	6	9	1	300	0,6467532
Caserta	102	274	6	10	0,235	130	0,3722628
Napoli nord	242	376	11	18	0,695	294	0,643617
Napoli C.N.	249	330	14	13	0,924	240	0,7545455
Napoli centro sud	237	347	6	15	0,79	405	0,6829971
Napoli sud	266	404	14	19	0,783	1419	0,6584158
Napoli isole	210	289	12	16	0,605	253	0,7266436
Napoli Procida	238	311	13	8	0,941	90	0,7652733
Napoli Sorrento	149	300	8	3	0,99	8	0,4966667
Salerno nord	248	330	14	16	null	126	0,7515152
Salerno sud	236	369	9	11	0,897	494	0,6395664
Potenza	168	321	11	6	0,876	4	0,5233645
Calabria	210	348	10	7	0,887	18	0,6034483
Ionio Matera + Taranto	277	347	3	12	0,914	100	0,7982709
taranto ionio	164	293	5	11	0,937	84	0,559727
Lecce ionio	161	310	5	12	1	132	0,5193548
Bari+Brindisi+Le Adriatico	160	281	4	19	1	143	0,569395
Foggia	148	389	5	33	null	84	0,3804627
Abruzzo	133	367	5	15	0,221	143	0,3623978
Marche	199	356	8	32	0,59	144	0,5589888
Pesaro + Forli	130	296	7	16	0,035	161	0,4391892
ravenna	116	318	6	15	0	44	0,3647799
Ravenna + Ferrara	81	308	4	17	0	44	0,262987
Rovigo	67	224	5	11	0	27	0,2991071
Venezia profond. 0-15	130	335	8	12	0,1134	9	0,3880597
Venezia profond. 18 - 33	142	350	6	13	0,315	18	0,4057143
Udine - Gorizia	134	194	6	5	0	8	0,6907216
Trieste	219	366	13	12	0,51	28	0,5983607
Palermo ovest	220	310	11	14	0,778	130	0,7096774
Palermo est	205	401	11	15	0,806	160	0,5112219
Messina Tirr.	193	403	15	13	0,902	154	0,4789082
Messina Ionio	143	227	12	5	0,905	104	0,6299559
Messina + Catania	155	204	19	5	0,543	117	0,7598039
Siracusa nord	210	304	14	25	0,67	264	0,6907895
Siracusa sud	225	296	9	4	0,943	132	0,7601351
Ragusa + Agrigento	133	197	12	11	0,92	64	0,6751269
Trapani vari	145	242	11	17	0,682	240	0,5991736
Favignana (Tp)	157	291	5	1	1	16	0,5395189
Cagliari est 1°	192	377	4	4	0,71	24	0,5092838
Cagliari est 2°	152	373	5	9	1	28	0,4075067
Cagliari est 3°	189	378	5	5	0,98	24	0,5
Cagliari centro	167	238	5	3	1	66	0,7016807
Cagliari ovest	198	376	11	7	0,91	32	0,5265957
Oristano	210	288	9	3	0,916	40	0,7291667
Nuoro est + Sassari	183	392	6	5	1	98	0,4668367
Sassari ovest	151	267	8	6	1	150	0,5655431
Nuoro ovest	183	387	3	11	null	15	0,4728682

Tab. 2 - Elenco dei lotti con caratteristiche ambientali e IRS

Metodo di raccolta	%
manuale in immers.	44,9
manuale da riva	20,1
pesca con rete	11,7
prelievo con benna	11,3
dragaggio	7,8
non determinato	4,1

Tab. 3 - Suddivisione percentuale dei records per metodo di raccolta

HABITAT		
	n° record	%
Infralit. + Circalit	12482	64,9
Spiaggiato	1753	9,1
Posidonia	1444	7,5
non definito	1270	6,6
Alghe	781	4,1
Mesolitorale	690	3,6
Anfratti protetti	617	3,2
Laguna	82	0,4
Sopralittorale	85	0,4
Alghe rosse	22	0,1

Tab. 4 - Suddivisione percentuale dei records per habitat campionati

Confronto tra regioni

La ricchezza specifica delle regioni è stata misurata calcolando, per ognuna, la media degli IRS dei lotti che essa contiene. In fig. 3 è rappresentato lo scostamento dal valore medio riferito a tutte le regioni italiane (0,585). Particolarmente elevato risulta lo scostamento negativo evidenziato a carico delle tre regioni adriatiche Veneto, Abruzzo ed Emilia Romagna.

Correlazione IRS - n° records

Un'analisi diretta dei valori di ricchezza specifica è priva di significato poichè questo parametro è significativamente correlato allo sforzo di campionamento (test di correlazione: R = 0,55; n = 59; p < 0,001).

Tramite il rapporto n° di specie/n° di records si è ottenuta una misura della ricchezza specifica riferita ad una singola unità di misura dello sforzo di campionamento. Tale unità di misura, definito Indice di Ricchezza Specifica (IRS), è risultato privo di correlazione con lo sforzo di campionamento (test di correlazione: R = - 0,187; n = 59; p = n. s.) fig. 4.

Classifica IRS lotti

In base all'IRS è stato possibile confrontare la ricchezza specifica dei lotti ed individuare quelli in cui tale parametro è più elevato.

Mare	IRS	n		Mare	IRS	n	F	p
Ligure	0,67	10	vs	Tirreno	0,594	23	3,49	0,07
Ligure	0,67	10	vs	Sardegna	0,57	4	3,04	0,1067
Ligure	0,67	10	vs	Sicilia	0,6	3	1,37	0,267
Ligure	0,67	10	vs	Ionio	0,67	7	0,04	0,95
Ligure	**0,67**	**10**	**vs**	**Adriatico**	**0,44**	**12**	**21,615**	**0,0002**
Tirreno	0,594	23	vs	Sardegna	0,57	4	0,122	0,7264
Tirreno	0,594	23	vs	Sicilia	0,6	3	0,024	0,8783
Tirreno	0,594	23	vs	Ionio	0,67	4	2,645	0,115
Tirreno	**0,594**	**23**	**vs**	**Adriatico**	**0,44**	**12**	**12,2**	**0,0014**
Sardegna	0,57	4	vs	Sicilia	0,6	3	0,192	0,6795
Sardegna	0,57	4	vs	Ionio	0,67	7	2,214	0,171
Sardegna	0,57	4	vs	Adriatico	0,44	4	3,066	0,1018
Sicilia	0,6	3	vs	Ionio	0,67	7	1,029	0,3402
Sicilia	0,6	3	vs	Adriatico	0,44	12	4,101	0,0639
Ionio	0,67	7	vs	Adriatico	0,44	12	15,474	0,0011
Ionio N	0,62	3	vs	Ionio S	0,71	4	1,067	0,349
Sardegna tot.	0,54	9	vs	Lig+Tirr (no Sard)	0,63	28	5,187	0,029
Sardegna tot.	0,54	9	vs	Ionio	0,67	7	5,911	0,0291
Sardegna tot.	0,54	9	vs	Adriatico	0,44	12	3,388	0,0814

Tab. 5 - Confronto fra l'Indice di Ricchezza Specifica dei diversi mari.

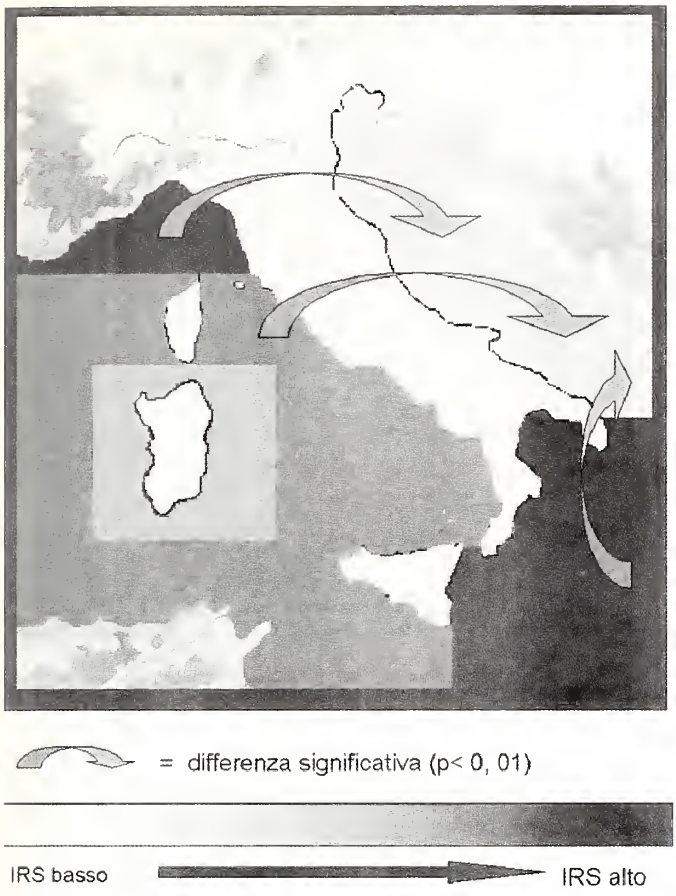


Fig. 2 - Differenze altamente significative fra gli Indici di Ricchezza Specifica dei diversi mari

Nella tab. 6 sono rappresentati i 15 lotti più ricchi di specie (IRS medio alto, alto e molto alto) e gli 11 lotti più poveri di specie (IRS molto basso e bassissimo). I lotti con IRS molto alto (superiore a 0,75) sono localizzati nel Mar Ionio settentrionale (lotto Matera + Taranto), nel mar Ligure (La Spezia, Livorno sud), nel Mar Ionio meridionale (Messina + Catania; Siracusa Sud) e in varie località del Mar Tirreno (Procida, Napoli centro nord e Salerno Nord). I lotti con IRS molto basso e bassissimo (inferiore a 0,45) appaiono invece localizzati in prevalenza (8 lotti su 11) nel mare Adriatico ed i due lotti con valore di IRS più basso (Rovigo e Ravenna + Ferrara) sono localizzati in aree prospicienti la foce del fiume Po.

Correlazione IRS - n° ambienti e IRS - ISDG

Per verificare le ipotesi sui fattori che influenzano la ricchezza specifica sono stati condotti alcuni test di correlazione sui parametri misurati nei vari lotti. Si è riscontrato che la variabilità ambientale (numero di ambienti) e la proporzione di substrati duri o grossolani (parametro ISDG) sono positivamente correlati, con alta significatività, con l'Indice di Ricchezza Specifica (test di correlazione: R = 0,51; n = 59; p < 0,001 per la variabilità ambientale - fig. 5 e R = 0,41; n = 56; p < 0,01 per la proporzione di substrati duri o grossolani - fig. 6).

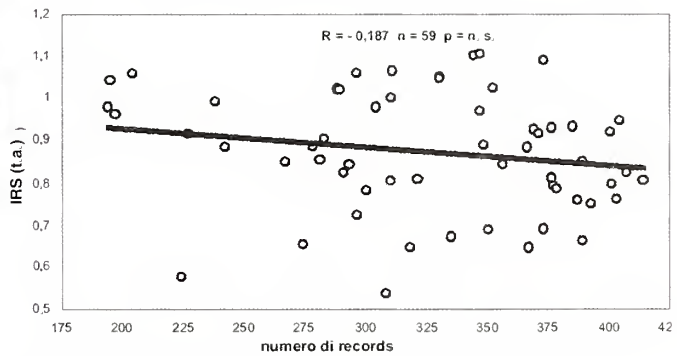


Fig. 4 - Relazione fra Indice di Ricchezza Specifica e numero di records.

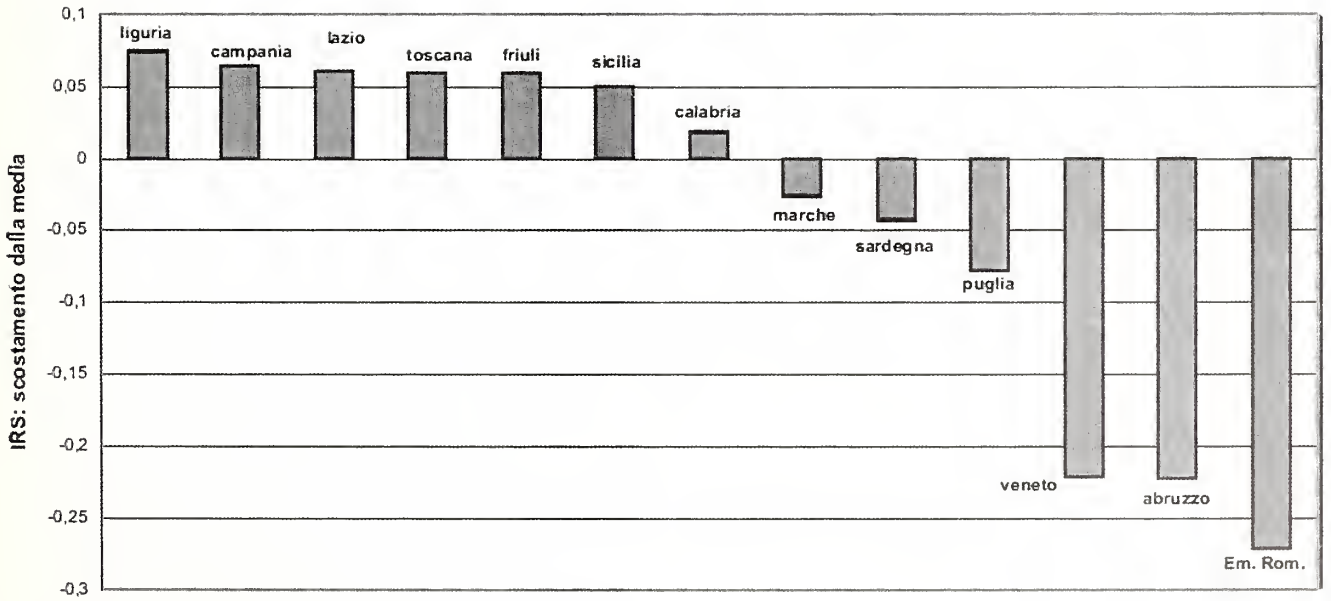


Fig. 3 - Indici di Ricchezza Specifica delle regioni: scostamento dalla media

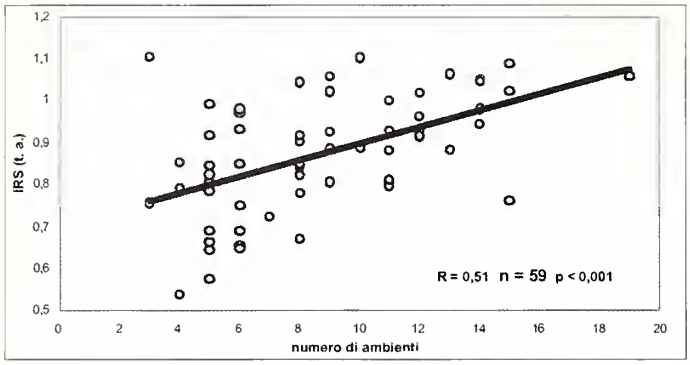


Fig. 5 - Relazione fra Indice di Ricchezza Specifica e numero di ambienti

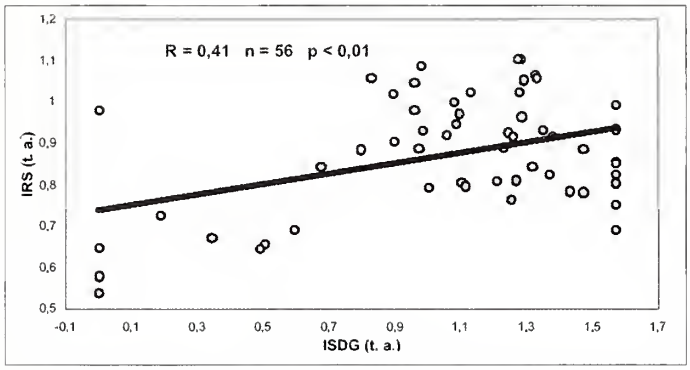


Fig. 6 - Relazione fra Indice di Ricchezza Specifica e la proporzione di substrato duro o grossolano

	nome lotto	IRS	categoria	limiti
1	Ionio Matera+Taranto	0,798270893	molto alta	
2	Livorno sud	0,796511628	molto alta	
3	La Spezia	0,785522788	molto alta	
4	Napoli Procida	0,765273312	molto alta	
5	Siracusa sud	0,760135135	molto alta	
6	Messina + Catania	0,759803922	molto alta	
7	Napoli C.N.	0,754545455	molto alta	
8	Salerno nord	0,751515152	molto alta	> 0,75
9	Capraia (Li)	0,748717949	alta	
10	Genova est	0,730113636	alta	
11	Oristano	0,729166667	alta	
12	Napoli isole	0,726643599	alta	
13	Palermo ovest	0,709677419	alta	
14	Cegliari centro	0,701680672	alta	> 0,70
15	Siracusa nord	0,390789474	medio-alta	
49	Nuoro ovest	0,466836735	bassa	> 0,45
50	Pesaro + Forlì	0,439189189	molto bassa	
51	Cagliari est 2°	0,4075067	molto bassa	
52	Venezia profond. 18-33	0,405714286	molto bassa	
53	Venezia profond. 0-15	0,388059701	molto bassa	
54	Foggia	0,380462725	molto bassa	
55	Caserta	0,372262774	molto bassa	
56	Ravenna	0,364779874	molto bassa	
57	Abruzzo	0,36239782	molto bassa	> 35
58	Rovigo	0,299107143	bassissima	
59	Ravenna + Ferrara	0,262987013	bassissima	> 25

Tab. 6 - Elenco dei lotti a più alto e più basso IRS

Specie da proteggere

Nella tab. 7 è rappresentato, in ordine sistematico, l'elenco delle specie definite "da proteggere" secondo i seguenti autori: Bedulli (comunicazione personale); Bodon *et al.* (1995); Scotti *et al.* (2000). La distribuzione di queste specie nei lotti è riportata in tab. 8. In particolare sono rappresentati i 14 lotti con indice di ricchezza specifica più elevato ed il lotto di Imperia che è l'unico in cui è stata rilevata la presenza di un elevato numero di specie da proteggere (6) pur non avendo un elevato indice di ricchezza specifica.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Data la correlazione tra IRS e variabilità ambientale e tra IRS e proporzione di substrati duri o grossolani, questi ultimi possono essere interpretati come quei parametri ecologici che più profondamente influenzano le comunità del macrobenthos marino, in particolare per quanto riguarda la ricchezza specifica. Viceversa, l'assenza di correlazione tra IRS ed i parametri: sforzo di campionamento, numero di località e indice di variabilità batimetrica (IVB), indica che le caratteristiche metodologiche del campionamento hanno un peso trascurabile nell'influenzare i risultati. In altre parole la variabile "sforzo di campionamento" rappresenta una caratteristica metodologica; le variabili "numero di località" ed "indice di variabilità batimetrica" rappresentano caratteristiche miste, in parte dipendenti dalle caratteristiche ambientali ed in parte dipendenti dalle strategie di campionamento; le variabili "numero di ambienti" e la proporzione di substrati duri o grossolani può essere considerata rappresentativa delle caratteristiche ecologiche. Questa interpretazione risulta confermata considerando che queste ultime variabili "ecologiche" non appaiono influenzate dallo sforzo di campionamento (test di correlazione: R = -0,06; n = 59; p = n. s. per il numero di ambienti e R = 0,233; n = 56; p = n. s. per l'ISDG).

Confronto tra mari e tra regioni

L'assenza di correlazione tra IRS e sforzo di campionamento ha permesso di usare tale indice per svolgere confronti tra unità geografiche diverse dai lotti. In particolare, il confronto tra i valori medi degli IRS nei mari ha permesso di evidenziare che nei mari Tirreno e Ionio l'indice di ricchezza specifica medio è significativamente più elevato che nel mare Adriatico. Tale risultato è coerente con il fatto che in generale le coste italiane occidentali hanno in media IRS significativamente più elevati di quelle orientali e che le prime hanno in media una proporzione di substrati duri significativamente più elevata delle seconde. Altrettanto coerente con queste interpretazioni è la considerazione che 5 delle 6 regioni a basso IRS abbiano coste bagnate dal mar Adriatico. Come si è notato per i lotti, anche a livello di regioni si può osservare che Veneto ed Emilia Romagna, le regioni più direttamente influenzate dagli apporti del fiume Po, sono tra quelle con IRS medio minore.

Specie degne di protezione e conclusioni

Tutte le specie degne di protezione sono state localizzate in zone corrispondenti a quelle indicate nella checklist delle specie della

Specie da proteggere	
Lithophaga lithophaga (1)*(Linné, 1758)*	Bivalvia Mitilidae
Pinna nobilis (1)*(Linné, 1758)*	Bivalvia Pinnidae
Pinna rudis (1)*(Linné, 1758)*	Bivalvia Pinnidae
Pholas dactylus (1)*(Linné, 1758)*	Bivalvia Pholadidae
Patella ferruginea (1)*(Gmelin, 1791)*	Prosobranchia Patellidae
Littorina saxatilis (2)*(Olivi, 1792)*	Prosobranchia Littorinidae
Alvania clathrella (3)*(Seguenza, 1903)*	Prosobranchia Rissoidae
Alvania subareolata (3)*(Monterosato, 1869)*	Prosobranchia Rissoidae
Erosaria spurca (1) *Linné, 1758*	Prosobranchia Cypreidae
Luria lurida(1) *Linné, 1758*	Prosobranchia Cypreidae
Schilderia achatidea (1) *Gray, 1837*	Prosobranchia Cypreidae
Zonaria pyrum (1) *Gmelin, 1791*	Prosobranchia Cypreidae
Charonia lampas (1) *Linné, 1758*	Prosobranchia Ranellidae
Charonia tritonis (1) *Lamarck, 1816*	Prosobranchia Ranellidae
Tonna galea (1) *Linné, 1758*	Prosobranchia Tonnidae

(1) Secondo Scotti *et al.* (2000).
(2) Secondo bedulli (comunicazione personale).
(3) Secondo Bodon *et al.* (1995).

Tab. 7 - Specie degne di protezione

ordine	n° specie	Nome lotto
1	6	Ionio Matera - Taranto
2	7	Livorno sud
3	2	La Spezia
4	2	Napoli Procida
5	1	Siracusa nord
6	2	Messina + Catania
7	7	Napoli C. N.
8	3	Salerno nord
9	2	Capraia (Li)
10	5	Genova est
11	1	Oristano
12	1	Napoli isole
13	3	Palermo ovest
14	0	Cagliari centro
	---	------
41	6	Imperia

Tab. 8 - Distribuzione delle specie degne di protezione nei lotti ad elevato IRS e nel lotto di Imperia (vedi testo)

fauna italiana (Bodon *et al.*, 1995 per i Gasteropodi e Bedulli *et al.*, 1995 per i Bivalvi). Le specie *Pinna nobilis* e *Pinna rudis* sono indicate sia come specie degne di protezione nello studio di Scotti *et al.* (2000), sia come minacciate in Bedulli *et al.* (1995). Le due specie di Prosobranchi Rissoidei *Alvania clathrella* e *A. subareolata* potrebbero essere considerate degne di protezione in quanto endemiche dei mari italiani (Bodon *et al.*, 1995), tuttavia non sono state considerate nelle elaborazioni svolte poichè la sistematica dei micromolluschi in generale e del genere *Alvania* in particolare é alquanto controversa (Bedulli comunicazione personale). Degno di nota é infine il campionamento di *A. subareolata* presso Cervia, una località dell'Adriatico settentrionale situata qualche centinaio di km a nord rispetto ai limiti di diffusione della specie individuati da Bodon *et al.* (1995).

Un altro dato interessante è la correlazione positiva e altamente significativa tra il numero di specie degne di protezione e l'IRS nei lotti ($R = 0,4$; $n = 59$, $p < 0,01$). Qualora tale risultato fosse confermato da analisi più dettagliate, si otterrebbe un importante conferma del valore dell'IRS come possibile indicatore indiretto del valore conservazionistico di una particolare entità ecologica e/o geografica. In altri termini l'IRS, come ogni mezzo per misurare e confrontare i valori di ricchezza specifica, può costituire uno dei parametri utilizzabili per determinare le "hotspots", cioè quelle zone di massimo interesse ecologico e conservazionistico, perchè particolarmente ricche di specie o di endemismi o di taxa peculiari (per es. Myers *et al.*, 2000). Va comunque sottolineato che a loro volta le hotspots non devono essere un fine, ma solo uno degli strumenti per una corretta politica di conservazione; esse sono utili principalmente per ottimizzare il rapporto tra investimenti e risultati, nel senso di proteggere la maggior quantità di biodiversità in relazione agli interventi di protezione.

BIBLIOGRAFIA

Bedulli D., Castagnolo L., Ghisotti L. & Spada G., 1995. Bivalvia, Scaphopoda. In Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (Eds): *Checklist delle specie della fauna italiana.* Calderini, Bologna, 17: 1-21.

Begon M., Harper J. L. & Towsend C., 1989. *Ecologia. Individui, Popolazioni,Comunità.* Zanichelli, Bologna, 854 pp.

Bodon M., Favilli L., Giannuzzi Savelli R., Giovine F., Giusti F., Manganelli G., Melone G., Oliverio M., Sabelli B. & Spada G., 1995. Gastropoda Prosobranchia, Heterobranchia Heterostropha. In Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (Eds): *Checklist delle specie della fauna italiana.* Calderini, Bologna, 14: 1-60.

Chemello R., Scotti G. & Milazzo M. , 2000. L'uso della malacofauna marina in conservazione della natura. In Chemello R. & Manganelli G. (Eds): La conservazione della natura e dei molluschi. Atti del 1° Workshop Internazionale di Malacologia. *Bolletttino Malacologico,* 36, (1-4): 49-60.

Convention on biological diversity - Earth Summit in Rio de Janeiro, 1992. In: Conference of the parties to Convention on Biological Diversity, 2° Meeting. 1995. *Report of the First Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice. Doc. N° UNEP/CBD/COP/2/5.* Nairobi, Kenya: UNEP.

Lison L., 1982. *Statistica applicata alla biologia sperimentale.* Ambrosiana, Milano, 381 pp.

Meffe G. K. & Carroll C. R., 1997a. What is Conservation Biology. In Meffe G. K. et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Pubblishers, Sunderland MA: 3-27.

Meffe G. K. & Carroll C. R., 1997b. The Species in Conservation. In Meffe G. K et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Pubblishers, Sunderland MA: 57-86.

Meffe G. K., Carroll C. R. and contributors, 1997. Glossary. In Meffe G. K et al. (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Pubblishers, Sunderland MA: 675-680.

Myers N., Mittermeier R. A., Da Fonseca G. A. B. & Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.

Orians J. H., 1997. Global Biodiversity I: Patterns and Process. In Meffe G. K *et al.* (Eds): *Principles of Conservation Biology. II ed.*. Sinauer Ass. Inc. Pubblishers, Sunderland MA: 87-121.

Primack R. B., 1993. *Essential of Conservation Biology.* Sinauer Ass. Inc. Publishers, Sunderland MA, 564 pp.

Ricklefs R. E., 1993. *Ecologia.* Zanichelli, Bologna, 849 pp.

Scotti G. & Chemello R., 2000. I molluschi marini mediterranei degni di protezione: stato di conoscenza e forme di tutela. In Chemello R. & Manganelli G. (Eds): La conservazione della natura e dei molluschi. Atti del 1° Workshop Internazionale di Malacologia. *Bolletttino Malacologico,* 36: 1-4; 61-70.

Wilson E. O., 1997. Introduction. In Reaka-Kudla M. L., Wilson D. & Wilson E. O. (Eds): *Biodiversity II. Understanding and Protecting our Biological Resources.* Joseph Henry Press, Washington D. C.: 1-3.

Lavoro accettato il 30 Dicembre 2002

Errata Corrige

a *Bollettino Malacologico* 39 [2002] (9-12) pag. 177

La didascalia della Fig. 35 deve essere così corretta:

Fig. 35 - *Mitrella coccinea*, Ras il-Wahx (Malta) -80 m. Foto C. Mifsud.

Bollettino Malacologico, Roma, **39** (1-4): 43 - 48, 2003 - Società Italiana di Malacologia

La familia Agriolimacidae Wagner, 1935 (Gastropoda, Pulmonata) en la Provincia de Lugo (Noroeste de la Península Ibérica)

The Family Agriolimacidae Wagner, 1935 (Gastropoda, Pulmonata) in the province of Lugo (Northwest of the Iberian Peninsula)

Rita Pesqueira, Teresa Rodríguez y Adolfo Outeiro

PALABRAS CLAVE: Distribución, Agriolimacidae, Gastropoda, Pulmonata, Lugo.

KEY WORDS: Distribution, Agriolimacidae, Gastropoda, Pulmonata, Lugo, Galicia. Spain

ABSTRACT The Family Agriolimacidae is represented by two genera in Galicia, *Deroceras* and *Furcopenis*. Deroceras is represented by 8 species and the genus *Furcopenis* is restricted to the NW of the Iberian Peninsula and it is represented by 3 species. With the present work we want contribute to extend the area of distriburion of the Family Agriolimacidae in Galicia. During the period 1997-1999 we have sampled the province of Lugo that was divided in 130 squares, coordinates U.T.M. 10x10 Km.

RIASSUNTO Grazie ad un estensivo campionamento effettuato nella provincia di Lugo (triennio 1997-1999), la distribuzione della famiglia Agriolimacidae in Galizia viene rivista ed ampliata. In totale sono state indagate 130 aree di 10 Km di lato, lungo le coordinate U.T.M, effettuando sia prelievi diurni che notturni. La famiglia Agriolimacidae Wagner, 1935 (Gastropoda, Pulmonata) è rappresentata in Galizia da due generi: *Deroceras* and *Furcopenis*. Il genere *Deroceras* annovera otto specie: *Deroceras laeve* (Müller, 1774), *Deroceras panormitanum* (Lessona y Pollonera, 1882), *Deroceras agreste* (Linneo, 1758), *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774), *Deroceras ercinae* de Winter, 1985, *Deroceras lombricoides* (Morelet, 1845), *Deroceras hispaniensis* Castillejo e Wiktor, 1983 e *Deroceras geresiensis* Rodríguez, Castillejo e Outeiro, 1989. Il genere *Furcopenis* è limitato al nord-est della penisola Iberica ed è rappresentato da tre specie: *Furcopenis gallaeciensis* Castillejo e Wiktor, 1983, *Furcopenis darioi* Castillejo e Wiktor, 1983 e *Furcopenis circularis* Castillejo e Mascato, 1987.

RESUMEN La Familia Agriolimacidae en Galicia está constituida por dos Géneros, *Deroceras* y *Furcopenis*. El Género *Deroceras* está representado en dicha zona por 8 especies. El Género *Furcopenis* está representado por 3 especies y se encuentra restringido al Noroeste de la Península Ibérica. Con el presente trabajo se contribuye a ampliar el área de disrribución conocida de la Familia Agriolimacidae en Galicia. Durante el periodo 1997-1999 se han efectuado muestreos diurnos y nocturnos de la provincia de Lugo dividida en 130 cuadrículas U.T.M. de 10x10 Km.

R. PESQUEIRA, Departamento de Bioloxía Animal. Facultade de Bioloxía. Universidade de Santiago de Compostela, 15706 Santiago de Compostela, España.
T. RODRÍGUEZ y A. OUTEIRO, Departamento de Bioloxía. Facultade de Veterinaria. Campus de Lugo, 27002 Lugo, España.

INTRODUCCIÓN

Los trabajos faunísticos sobre babosas siempre han sido escasos debido a la dificultad de su identificación por carecer de concha y por ser su morfología externa una característica no demasiado fiable.

En Galicia empiezan a aparecer los primeros estudios a finales del siglo XIX (Seoane, 1866 y Macho Velado, 1871,1878) pero no es hasta finales del siglo XX (Castillejo 1981,1983) cuando se empiezan a determinar las babosas atendiendo a caracteres internos.

En Galicia hasta 1981 estaban citadas 9 especies de Agriolimacidos incluídas dentro de los géneros *Deroceras* y *Furcopenis*. Trabajos posteriores como los de Castillejo y Wiktor (1983); Rodríguez (1985); Castillejo y Mascato (1987); Rodríguez *et al.*, (1989) y Ondina *et al.*, (1994) contribuyen al conocimiento de las babosas de la Familia Agriolimacidae de la Comunidad Gallega.

Con el presente trabajo tenemos por objetivo ampliar el estudio de la distribución de esta familia en Galicia y concretamente en la provincia de Lugo (Noroeste de la Península Ibérica), aportando nuevos datos sobre el Género *Deroceras* representado en dicha zona por 8 especies, y el Género *Furcopenis* del que se conocen 3 especies en el área objeto de estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante el período 1997-1999 se han efectuado muestreos de la provincia de Lugo dividida en 130 cuadrículas UTM de 10x10 km, realizando en cada una de ellas un muestreo diurno y otro nocturno. En la Tabla 1 indicamos las localidades que han dado resultado positivo para Agriolimacidae.

Se examinaron los hábitats típicos de las babosas como huertas, jardines, fuentes, troncos de árboles, basureros, etc.

Todos los ejemplares capturados se sometieron al proceso de muerte por anoxia sumergiéndolos en agua durante 24 horas y su posterior conservación en alcohol al 70%.

Posteriormente en el laboratorio, el material era determinado basándose en la morfología externa del animal así como en caracteres internos (ciego rectal, morfología del pene, glándula peneana, órgano estimulador).

A partir de los datos obtenidos se elaboraron los mapas de distribución para cada una de las especies de los Géneros *Deroceras* y *Furcopenis*.(Figuras 1, A-K) En cada mapa están representadas las citas previas así como las citas aportadas por el presente estudio.

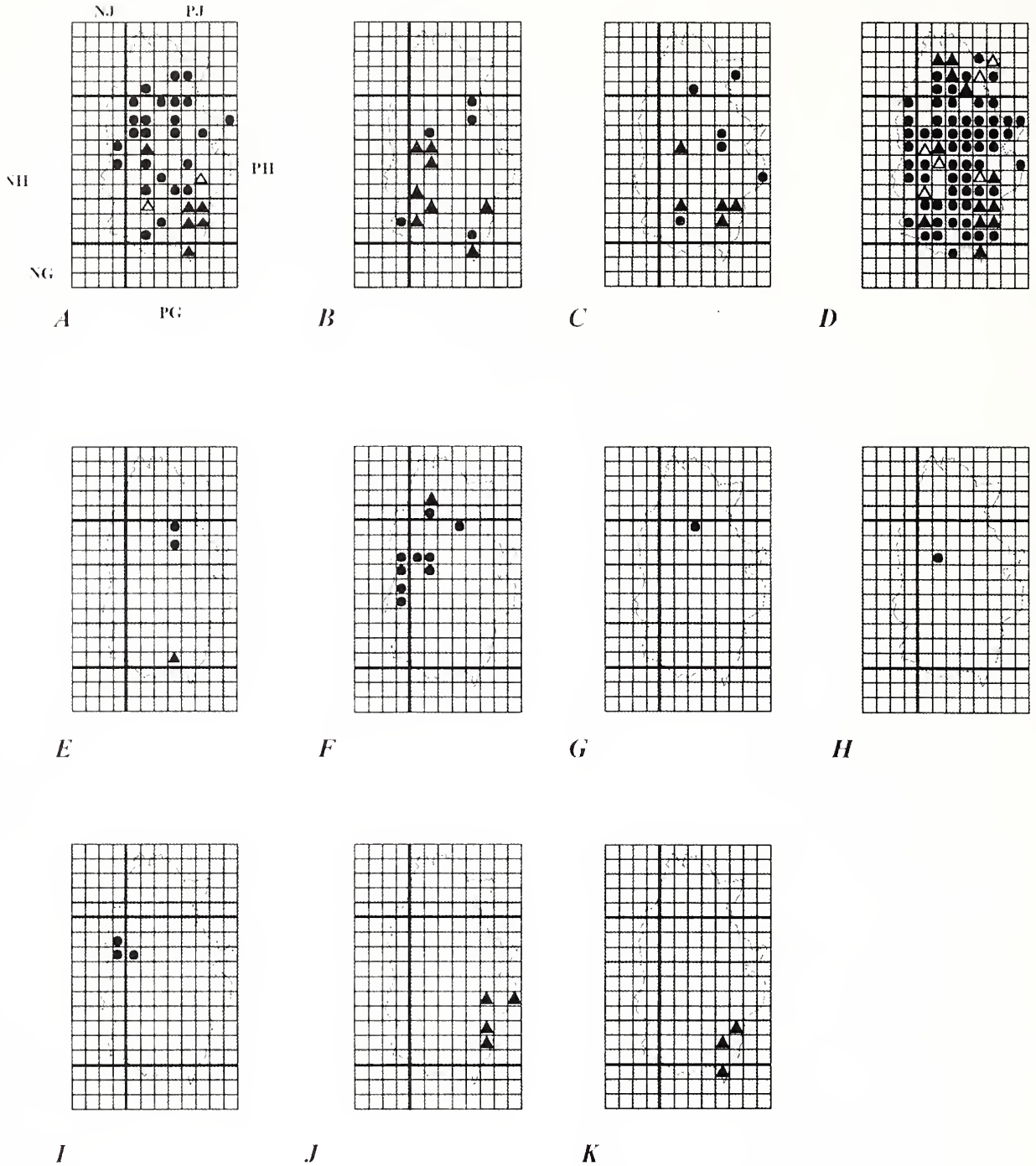


Fig. 1. Mapas de distribución. A: *Deroceras laeve*; B: *Deroceras panormitanum*; C: *Deroceras agreste*; D: *Deroceras reticulatum* ; E: *Deroceras ercinae*; F: *Deroceras lombricoides*; G: *Deroceras hispaniensis*; H: *Deroceras geresiensis*; I: *Furcopenis gallaeciensis*; J: *Furcopenis darioi*; K: *Furcopenis circularis*. Localidades citadas en este trabajo (●); procedentes de la bibliografía (▲); ambas citas coinciden (Δ).

Fig.1. Distribution maps. A: *Deroceras laeve*; B: *Deroceras panormitanum*; C: *Deroceras agreste*; D: *Deroceras reticulatum* ; E: *Deroceras ercinae*; F: *Deroceras lombricoides*; G: *Deroceras hispaniensis*; H: *Deroceras geresiensis*; I: *Furcopenis gallaeciensis*; J: *Furcopenis darioi*; K: *Furcopenis circularis*. Localities reported in this paper (●); bibliographic records (▲); both records (Δ).

Fig.1. Mappe di distribuzione. A: *Deroceras laeve*; B: *Deroceras panormitanum*; C: *Deroceras agreste*; D: *Deroceras reticulatum* ; E: *Deroceras ercinae*; F: *Deroceras lombricoides*; G: *Deroceras hispaniensis*; H: *Deroceras geresiensis*; I: *Furcopenis gallaeciensis*; J: *Furcopenis darioi*; K: *Furcopenis circularis*. Località citate in questo articolo (●); citazioni bibliografiche (▲); ambo le citazioni (Δ).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los muestreos realizados hemos recogido 11 especies de Agriolimácidos distribuídas en 2 géneros: *Deroceras* y *Furcopenis.*

Deroceras laeve (Müller, 1774) (Fig 1A)

CITAS PREVIAS: CASTILLEJO, (1982): Saamasas, 29TPH16. Castro de Rei, 29TPH12. Mercurín, 29TPH52. Piñeira, 29TPH51. RODRÍGUEZ, (1985): Montefurado, 29TPG49. Folgoso do Courel, 29TPH41. Courel, 29TPH54. Laguna de Antela, 29TPH52. Seoane, 29TPH52. GARRIDO, (1995): Cuadramón, 29TPJ21.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Especie de distribución holártica (KERNEY *et al.*, 1983). En la Península Ibérica está presente por todo el norte y oeste peninsular así como en Portugal. (HIDALGO, 1916; NOBRE, 1941; ALONSO, 1975; CASTILLEJO, 1981; MARTÍN, 1985; RODRÍGUEZ, 1985; CASTILLEJO & MANGA-GONZÁLEZ, 1986; RODRÍGUEZ, 1989; BORREDÁ *et al.*, 1990; HERMIDA, 1993; ALTONAGA *et al.*, (1994); GARRIDO, C., (1995); ONDINA & RODRÍGUEZ, (1996)).

Deroceras panormitanum (Lessona y Pollonera, 1882) (Fig. 1B)

CITAS PREVIAS: CASTILLEJO, (1982): Penelas, 29TPH16. Soñar, 29TPH15. Castro de Rei, 29TPH12. Chantada, 29TPH01. Parada, 29TPH52. Villalvite, 29TPH06. RODRÍGUEZ, (1985): Montefurado, 29TPG49. Xián, 29TPH03.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: En la Península Ibérica se encuentra en el País Vasco, (GÓMEZ *et al.*, 1981; MARTÍN, 1985; ALTONAGA *et al.*, (1994)), Galicia (CASTILLEJO, 1981; RODRÍGUEZ, 1985; ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996), León (HERMIDA, 1993), Cantabria (GARRIDO, C., 1995), Valencia (BORREDÁ *et al.*, 1990) y Portugal (SEIXAS, 1978; CASTILLEJO & MANGA-GONZÁLEZ, 1986; RODRÍGUEZ, 1989).

Deroceras agreste (Linneo, 1758) (Fig. 1C)

CITAS PREVIAS: CASTILLEJO, (1982): Seoane do Courel, 29TPH42. Castro de Rei, 29TPH12. Mercurín, 29TPH52. Lugo, 29TPH16. Sobredo, 29TPH41.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Especie de distribución paleártica occidental (KERNEY *et al.*, 1983). Se encuentra en todo el norte desde Cataluña a Galicia, León, Zamora, Navarra, Huesca, Soria, Ávila, Valencia, Granada y Portugal. (HIDALGO, 1916; BOFILL & HAAS, 1920 abc; ALONSO, 1975; CASTILLEJO, 1981; LARRAZ, 1982; MARTÍN, 1985; RODRÍGUEZ, 1985; BORREDÁ *et al.*, 1990; HERMIDA, 1993; LARRAZ & EQUISOAIN, 1993; ALTONAGA *et al.*, 1994; CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, 1995; ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996).

Deroceras reticulatum (Müller, 1774) (Fig. 1D)

CITAS PREVIAS: CASTILLEJO, (1982): Supena, 29TPJ30. Touzón, 29TPH52. Castro de Rei, 29TPH12. Sobredo, 29TPH41. Argomoso, 29TPJ30. Ferreiría de abaixo, 29TPH42. Penelas, 29TPH16. Castelo, 29TPH15. Seoane do Courel, 29TPH42. Villalvite, 29TPH06. Becerreá, 29TPH44. Folgoso do Courel, 29TPH41. Soñar, 29TPH15. Villasivil, 29TPH51. A Devesa, 29TPH06. Cruzul, 29TPH54. Chantada, 29TPH01. RODRÍGUEZ, (1985): Pacios, 29TPH52. Xián, 29TPH03. Folgoso do Courel, 29TPH41. Montefurado, 29TPG49. O Courel, 29TPH54. Mercurín, 29TPH52. Parada do Courel, 29TPH41. Campelo, 29TPH52. Castillo de Carbedo, 29TPH52. Cuadramón, 29TPJ21. Ferreiría, 29TPJ21. Alfoz de Castro de ouro, 29TPJ22. Baixo Cuadramón, 29TPJ21. GARRIDO, (1995): Chantada, 29TPH01. Cuadramón, 29TPJ21.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Presenta distribución europea (KERNEY *et al.*, 1983). Ampliamente distribuída por la Península Ibérica e Islas Baleares. (GASULL & ALTENA, 1969; CASTILLEJO, 1981; LARRAZ, 1982; OJEA & ANADÓN, 1983; ALONSO & IBÁNEZ, 1984; MARTÍN, 1985; RODRÍGUEZ, 1985; CASTILLEJO & MANGA-GONZÁLEZ, 1986; RODRÍGUEZ, 1989; BORREDÁ *et al.*, 1990; CASTILLEJO & RODRÍGUEZ, 1991; HERMIDA, 1993; LARRAZ & EQUISOAIN, 1993; ALTONAGA *et al.*, 1994; CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, 1995; ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996).

Deroceras ercinae de Winter, 1985 (Fig. 1E)

CITAS PREVIAS: GARRIDO, (1995): Cuadramón, 29TPJ21.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Especie endémica de la Península Ibérica. Está citada hasta el momento en Galicia, Asturias y Cantabria.(WINTER, 1985, 1986; CASTILLEJO *et al.*, 1993; HERMIDA, 1993; ALTONAGA *et al.*, 1994; ONDINA *et al.*, 1994; GARRIDO, C., 1995).

Esta especie fue citada por primera vez para Galicia por ONDINA *et al.*, (1994) en los límites de la provincias de A Coruña y Pontevedra. Con el presente trabajo se confirma la existencia de dicha especie en la provincia de Lugo, ampliando así la distribución conocida de *Deroceras ercinae* en Galicia.

Deroceras lombricoides (Morelet, 1845) (Fig. 1F)

CITAS PREVIAS: RODRÍGUEZ, (1985): Alto del Cuadramón, 29TPJ11.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Ha sido citada para Galicia, Portugal y Asturias. (MORELET, 1845; RODRÍGUEZ, 1985; CASTILLEJO et al., 1989, HERMIDA, 1993; ALTONAGA *et al.*, 1994; CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, 1995; ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996). Para la provincia de Lugo supone la segunda cita después de la de RODRÍGUEZ (1985). Por lo tanto esto supone una ampliación de la distribución conocida de esta especie para Galicia.

Deroceras hispaniensis Castillejo y Wiktor, 1983 (Fig 1G)

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Ha sido citada para Galicia y norte de Portugal (CASTILLEJO, 1981; CASTILLEJO & WIKTOR, 1983; RODRÍGUEZ, 1985, 1989; CASTILLEJO et al., 1989; CASTILLEJO & RODRÍGUEZ, 1991; CASTILLEJO, GARRIDO & IGLESIAS, 1995; ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996). Para la provincia de Lugo, representa la primera cita.

Localidad	Cuadrícula	Fecha	Localidad	Cuadrícula	Fecha
1 Vilapedre	29TPJ00	24/07/97	51 Mosteiro	29TPH37	28/05/98
2 Balsa	29TPJ11	24/07/97	52 Mendreiras	29TPH47	28/05/98
3 Moreda	29TPJ10	25/07/97	53 Sobrado	29TPH35	29/05/98
4 Galgao	29TPJ20	25/07/97	54 Castroverde	29TPH36	29/05/98
5 Riotorto	29TPJ40	25/07/97	55 Fonteo	29TPH46	29/05/98
6 Maior	29TPJ30	25/07/97	56 Portomarín	29TPH14	30/05/98
7 Gontán	29TPJ20	25/07/97	57 Neira	29TPH24	30/05/98
8 Requerez	29TPJ12	26/07/97	58 Ferreira de Pallares	29TPH04	30/05/98
9 Galdo	29TPJ13	26/07/97	59 Vilarmide	29TPH49	31/05/98
10 Xuances	29TPJ14	26/07/97	60 Piñeira	29TPH44	06/06/98
11 Mor	29TPJ22	27/07/97	61 Farreiros	29TPH45	06/06/98
12 Rúa (Oirás)	29TPJ21	27/07/97	62 Láncara	29TPH34	06/06/98
13 O Marco	29TPJ23	27/07/97	63 Suar	29TPH13	07/06/98
14 Teixeira	29TPJ32	28/07/97	64 Bagude	29TPH03	07/06/98
15 Alemparte	29TPJ33	28/07/97	65 A Pobra de Burón	29TPH57	22/07/98
16 Morás	29TPJ24	28/07/97	66 Trobo	29TPH58	22/07/98
17 Masma	29TPJ31	29/07/97	67 Vilarmeán	29TPH68	22/07/98
18 Reinante	29TPJ42	29/07/97	68 Seir	29TPH78	23/07/98
19 As Anzas	29TPJ51	30/07/97	69 Negueira de Muñiz	29TPH77	23/07/98
20 Arante	29TPJ41	30/07/97	70 Vilabol	29TPH67	23/07/98
21 Ribadeo	29TPJ52	31/07/97	71 Castro (Moreira)	29TPH56	24/07/98
22 Villaselán	29TPJ52	31/07/97	72 Queizán	29TPH66	24/07/98
23 Bazar	29TPH28	15/12/97	73 Cabanas	29TPH55	24/07/98
24 Roca	29TNH98	13/02/98	74 Navia-Moia	29TPH60	25/07/98
25 Parga	29TNH97	13/02/98	75 Rao-Faquis	29TPH75	25/07/98
26 Pígara	29TPH08	14/02/98	76 Suarbol, Piornedo	29TNH74	25/07/98
27 Vilalba	29TPH09	14/02/98	77 Doiras, Cervantes	29TPH64	25/07/98
28 Cazás	29TNH99	14/02/98	78 Becerreá	29TPH54	25/07/98
29 Vilalba-Meira	29TPH19	15/02/98	79 Busnollán	29TPH53	26/07/98
30 Moncelos	29TPH29	15/02/98	80 Pedrafita- Doiras	29TPH63	26/07/98
31 Gruñedo	29TPH38	15/02/98	81 Triacastela	29TPH43	26/07/98
32 Outeiro-Quintela	29TPH28	16/02/98	82 Foxos, Samos	29TPH33	26/07/98
33 Vián	29TPH39	16/02/98	83 Biville	29TPH23	27/07/98
34 Porto	29TPH18	15/02/98	84 Chantada- Mato	29TNH91	05/04/99
35 Begonte	29TPH07	16/02/98	85 Sabadelle	29TPH02	05/04/99
36 Outeiro de Rei	29TPH17	16/02/98	86 Chantada	29TPH01	06/04/99
37 Orizón	29TPH27	17/02/98	87 R. Portiño-Ousende	29TPH12	06/04/99
38 Condes	29TNH96	18/02/98	88 Tribas	29TPH11	06/04/99
39 Ferreira	29TNH95	18/02/98	89 Oleiros	29TPH00	07/04/99
40 Guntín	29TNH94	18/02/98	90 Fonte A. (Pantón)	29TPH10	07/04/99
41 Lugo-Camoira	29TPH16	19/02/98	91 Barantes	29TPG19	07/04/99
42 Cotá	29TPH06	19/02/98	92 Saa (Pobra Brollón)	29TPH31	08/04/99
43 Gondar	29TPH26	19/02/98	93 A Doade	29TPG29	08/04/99
44 Anseán	29TPH25	20/02/98	94 Marcelle	29TPH20	08/04/99
45 Outeiro	29TPH15	20/02/98	95 Goo (Río Mao)	29TPH32	09/04/99
46 Guntín-Friol	29TPH05	20/02/98	96 Barxa (Río Mao)	29TPH22	09/04/99
47 Riveira de Piquín	29TPH48	03/04/98	97 Ribas Pequenas	29TPH21	09/04/99
48 Bogo	29TPH59	02/04/98	98 Paradapiñol	29TPH50	10/04/99
49 Mosteiro	29TPH37	28/05/98	99 Quiroga	29TPH40	10/04/99
50 Mendreiras	29TPH47	28/05/98	100 Augasmestas	29TPH30	10/04/99

Tabla.1. Listado de las localidades, U.T.M. en 10x10 km y fecha de las muestras. **Table 1.** List of locations, U.T.M. en 10x10 km and sampling date.
Tab.1. Lista delle stazioni di campionamento U.T.M. (10x10 km) con relativi dati.

Deroceras geresiensis Rodríguez, Castillejo y Outeiro, 1989 (Fig. 1H)

MATERIAL EXAMINADO:Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Esta especie había sido citada para Portugal (RODRÍGUEZ *et al.*, 1989) y dos localidades del sur de Pontevedra. (ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996). Para la zona objeto de estudio se trata de la primera cita. Parece ser que esta especie está restringida al noroeste de la Península Ibérica.

Furcopenis gallaeciensis Castillejo y Wiktor, 1983 (Fig. 1I)

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Hasta el momento solo se había encontrado en las provincias de A Coruña y Pontevedra. (ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996) Para la provincia de Lugo esta es la primera cita, con lo cual se amplía el área de distribución conocida de esta especie que parecía estar restringida al occidente de Galicia.

Furcopenis darioi Castillejo y Wiktor, 1983(Fig. 1J)

CITAS PREVIAS: CASTILLEJO Y WIKTOR, (1983): Bosque dos Cabaniños, 29TPH74. Losada, 29TPH52. Ferreiría, 29TPH51. RODRÍGUEZ, (1985): Ferreiría, 29TPH51. Losada, 29TPH52. Bosque dos Cabaniños, 29TPH74. Cruzul, 29TPH54. O Courel, 29TPH54. A Rogueira, 29TPH52. Charca de Lucena, 29TPH52. CASTILLEJO Y MANGA-GONZÁLEZ, (1986): Cruzul, 29TPH54. A Rogueira, 29TPH52. OUTEIRO, (1988): A Rogueira, 29TPH51. Moreda, 29TPH52.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Esta especie está citada en Galicia y en Asturias y León. (CASTILLEJO Y WIKTOR, 1983; RODRÍGUEZ, 1985; CASTILLEJO & MANGA-GONZÁLEZ, 1986; OUTEIRO, 1988; HERMIDA, 1993; ALTONAGA *et al.*, 1994; GARRIDO, C., 1995).

  En Galicia se encuentra principalmente en la Serra do Caurel y Ancares (Sureste de Lugo). En nuestro material no hemos localizado a Furcopenis darioi. Para el resto de Galicia existe cita en una localidad de Pontevedra y en otra de A Coruña con un solo ejemplar. (ONDINA & RODRÍGUEZ, 1996)

Furcopenis circularis Castillejo y Mascato 1987 (Fig. 1K)

CITAS PREVIAS: CASTILLEJO Y MASCATO, (1987): Montefurado, 29TPG49. Folgoso do Courel, 29TPH41. Ferreiría, 29TPH52. OUTEIRO, (1988): Folgoso, 29TPH41. Moreda, 29TPH52.

MATERIAL EXAMINADO: Ver mapas de Figura 1.

- Distribución geográfica: Esta especie se conoce en Galicia y noreste de Portugal (RODRÍGUEZ, 1989). Esta especie ya había sido citada para la provincia de Lugo por CASTILLEJO & MASCATO (1987).

BIBLIOGRAFIA

ALONSO M.R., 1975. Contribución al estudio de la fauna malacológica de la depresión de Granada. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Granada.

ALONSO M.R. Y IBAÑEZ M., 1984. Contribución al estudio de los pulmonados-desnudos (Mollusca, Gastropoda) del Pla de Manlleu (Tarragona). *Miscelánia Zoológica*, 8: 35-40.

ALTONAGA K., GÓMEZ B., MARTÍN M., PRIETO C., PUENTE A. Y RALLO A., 1994. Estudio faunístico y biogeográfico de los moluscos terrestres del norte de la Península Ibérica. Ed. Eusko Legebiltzarra, Parlamento Vasco.

BOFILL A. Y HAAS F., 1920 a. Estudi sobre la malacologia de les Valls Pirenaiques. Vall del Noguera Pallaresa. *Treballs del Museo Ciências Naturales Barcelona*, 3 (10): 100-220.

BOFILL A. Y HAAS F., 1920 b. Estudi sobre la malacologia de les Valls Pirenaiques. Vall del Segre i Andorra. *Treballs del Museo Ciências Naturales Barcelona*, 3 (12): 225-375.

BOFILL A., Y HAAS F., 1920 c. Estudi sobre la malacologia de les Valls Pirenaiques. Conc. Del Llobregat. *Treballs del Museo Ciências Naturales Barcelona*, 3 (13): 380-830.

BORREDÁ V., COLLADO M. A. Y ROBLES F., 1990. Pulmonados desnudos de la provincia de Valencia. *Iberus*, 9 (1-2): 293-317.

CASTILLEJO J., 1981. Los moluscos terrestres de Galicia (Subclase Pulmonata). Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Santiago de Compostela.

CASTILLEJO J, 1983. Los Pulmonados desnudos de Galicia III. Estudio del Género *Deroceras* Rafinesque , 1820 (Agriolimacidae, Gastropoda, Pulmonata). *Iberus*, 3: 1-13.

CASTILLEJO J. Y WIKTOR A., 1983. *Furcopenis* gen. n. with its two new species and a new *Deroceras* species from Spain. *Malakologische Abhandlungen. B.* 9 (1): 1-16.

CASTILLEJO J. Y MANGA - GONZÁLEZ Y., 1986. Notes on some slugs (Mollusca, Stylommatophora) in the Northwestern part of the Iberian Peninsula. *Proceedings of the 8 th International Malacological Congress*: 43.48. Budapest.

CASTILLEJO J. Y MASCATO 1987. Morphology and anatomy of a new species of *Furcopenis* (Gastropoda, Pulmonata, Agriolimacidae). *Monitore Zoológico Italiano* (n.s.), 21: 33-40.

CASTILLEJO J. Y RODRÍGUEZ T., 1991. Babosas de la Península Ibérica y Baleares. Inventario crítico, citas y mapas de distribución (Gastropoda, Pulmonata, Terrestria nuda). Monografía da Universidade de Santiago de Compostela. Servicio de Publicacións e intercambio Científico.

CASTILLEJO J., GARRIDO C., IGLESIAS J., 1993. Remarks on some agriolimacids from Spain (Gastropoda, Pulmonata, Agriolimacidae). *Basteria*, 57: 173-191.

CASTILLEJO J., GARRIDO C., IGLESIAS J., 1995. The slugs of the Family Agriolimacidae Wagner, 1935 from the Iberian Peninsula and Balearic islands. Morphology and Distribution (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora). *Revista Real Academia Galega de Ciencias*. 14: 5-51

GARRIDO C., 1995. Estudio Taxonómico de la Fauna de Pulmonados Desnudos-sIbéricos (Mollusca: Gastropoda). Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Santiago de Compostela.

GASSUL L. Y ALTENA C.O., 1969. Pulmonados desnudos de las Baleares (Mollusca, Gastropoda). *Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares*, 15: 121.134.

GÓMEZ B., ANGULO E. Y PRIETO C., 1981. Notas sobre algunos limacos (Arionidae, Limacidae, Milacidae) recogidos en los alrededores de Bilbao. *Cuadernos de Investigación Biológica*, Bilbao, I: 21-25.

HERMIDA J., 1993. Estudios faunísticos y ecológicos de los moluscos gasterópodos terrestres de Asturias, León, Zamora y Salamanca. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Santiago de Compostela.

HIDALGO J.G., 1986. Datos para la fauna española. (Moluscos y Braquiópodos). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 16: 235-246.

KERNEY M. P., CAMERON R. A. D. Y JUNGBLUTH J.H., 1983. Die landschnecken nord-und Mitteleuropas. Verlag P. Parey Ed., Berlín, 384 pp.

LARRAZ M., 1982. Contribución al conocimiento de la fauna de moluscos terrestres y dulceacuícolas de Navarra. Tesis Doctoral (Inédita). Universidad de Navarra.

LARRAZ M.L. Y EQUISOAIN J.J., 1993. Moluscos terrestres y acuáticos de Navarra (Norte de la Península Ibérica). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra. *Publicaciones de Biología de la Universidad de Navarra, Serie Zoológica.*

MACHO VELADO J.,1871. Catálogo de los moluscos terrestres observados en Galicia. *Hojas Malacológicas*, 10-16, Madrid.

MACHO VELADO J., 1878. Moluscos de agua dulce de Galicia con observaciones sobre las especies y localidades. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7: 235-248.

MARTÍN R., 1985. Los limacos del País Vasco y zonas adyacentes (Mollusca,Gastropoda: Agriolimacidae, Limacidae, Milacidae, Arionidae, Testacellidae). Tesina de Licenciatura (Inédita). Universidad del País Vasco.

MORELET A., 1845. Description des Mollusques terrestres et fluviatiles du Portugal. París.

NOBRE A., 1941. Fauna malacológica de Portugal, II. Moluscos terrestres e fluviais. Coimbra.

OJEA M. Y ANADÓN N., 1983. Estudio faunístico de los gasterópodos de las vertientes sur y oeste del monte Naranco (Oviedo, Asturias). *Boletín Ciencias. Naturales I.D.E.A.*, 32: 69-90.

ONDINA P., RODRÍGUEZ T., HERMIDA J., 1994. Sobre la presencia de *Deroceras* (*Agriolimax*) *ercinae* de Winter, 1985 (Gastropoda: Pulmonata) en la Península Ibérica. *Iberus*, 12 (1): 63-65.

ONDINA P. & RODRÍGUEZ T., 1996. Distribución de 11 especies de la familia Agriolimacidae Wagner, 1935 (Gastropoda, Pulmonata) en Galicia occidental. *Nova Acta Científica Compostelana (Bioloxía)*, 6: 153-161 (1996).

RODRÍGUEZ T., 1985. Contribución al conocimiento de las babosas del Noroeste de España (Familia Agriolimacidae). Tesina de Licenciatura (Inédita). Universidad de Santiago de Compostela.

RODRÍGUEZ T., CASTILLEJO J., OUTEIRO A., 1989. Morphology and Anatomy of New Iberian Species: *Deroceras geresiensis* (Gastropoda: Pulmonata: Agriolimacidae). *The Veliger*, 32 (1): 95-100.

SEIXAS M.M.P., 1978. Descriçao de una specie de Limacidae (Gastropoda, Pulmonata) nova para a fauna portuguesa. *Boletim da Sociedade Portuguesa das Ciências Naturais*, 18: 5-6.

WINTER A.J. DE, 1985. A new *Deroceras* species from north western Spain (Gastropoda: Pulmonata: Agriolimacidae). *Zoologische Mededelingen* 59 (7): 69-77.

WINTER A.J. DE, 1986. Little known and South West European slugs (Pulmonata: Agriolimacidae, Arionidae). *Zoologische Mededelingen*, 60 (10): 135-158.

Lavoro accettato il 30 Dicembre 2002

FORMATO CONSIGLIATO ED ISTRUZIONI PER GLI AUTORI

I manoscritti dovranno essere presentati su fogli bianchi UNI-A4 di buona qualità, scritti con interlinea doppia, ed almeno 3 centimetri di margine ai lati. Tutte le pagine dovranno essere numerate consecutivamente. Tabelle, figure e didascalie dovranno essere stampate su fogli separati; la loro posizione approssimativa nel testo deve essere indicata a margine dello stesso, ma la composizione finale spetta alla Redazione.

I manoscritti dovranno essere organizzati come segue:

Prima pagina: contenente il titolo dell'articolo, il nome(i) per esteso dell'Autore(i), l'indirizzo cui inviare la corrispondenza (comprensivo di indirizzo di posta elettronica, se disponibile), le parole chiave (fino ad un massimo di dieci).

Seconda pagina: con l'Abstract (in inglese), Riassunto (in italiano), Resumen (in spagnolo) o Resumé (in francese) a seconda della lingua utilizzata dall'Autore(i) nell'articolo. Un riassunto esteso, più dettagliato e contenente ogni utile riferimento per guidare il lettore ad una rapida comprensione dell'articolo (ad es. i caratteri diagnostici di una specie), deve seguire il riassunto classico. In questa sezione ogni riferimento a figure, tavole o citazioni bibliografiche deve essere evitato. Il riassunto esteso deve essere scritto in inglese od in italiano.

Pagine di testo: il testo deve essere composto da frasi chiare e brevi, possibilmente suddiviso in Introduzione, Materiali e Metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni, Ringraziamenti, Riferimenti Bibliografici, Tabelle, Figure e didascalie (in pagine separate). Evitare le note se possibile. Le note indispensabili saranno indicate con un numero progressivo tra parentesi nel testo e collocate in fondo alla pagina cui si riferiscono. Tutte le abbreviazioni dovranno essere spiegate in una legenda. Solo e tutti i nomi di genere e specie devono essere in corsivo (o sottolineati). Ogni nome scientifico dovrà essere accompagnato da Autore ed anno di pubblicazione, la prima volta che viene citato nell'articolo. Tutte le figure devono essere numerate progressivamente con numeri arabi e devono essere citate nel testo. Le figure devono essere presentate su fogli a parte, ognuno con il nome dell'Autore(i) e titolo dell'articolo. I disegni al tratto dovranno essere chiari, tracciati con linee sottili di inchiostro nero di China su carta bianca di alta qualità o carta lucida ed essere almeno delle dimensioni finali di stampa. Quando possibile le figure dovranno essere raggruppate in tavole; la Redazione si riserva il diritto di ridurre o ingrandire gli originali in fase di composizione dell'articolo. Le indicazioni sulle figure (numeri e/o lettere) dovranno essere in caratteri Times New Roman minuscoli (Es. Fig. 1a, 1b, etc.), tenendo conto che nella loro versione finale questi caratteri dovranno avere un'altezza di 2,5-3 mm. Le stampe fotografiche dovranno essere nitide, ben contrastate non montate su cartoncini ma stampate su carta lucida fotografica, di dimensioni non inferiori risperto a quelle finali. Due o più fotografie montate in una tavola devono avere toni simili. Illustrazioni a colori sono accettate solo se rilevanti scientificamente per il lavoro. Riproduzioni di illustrazioni protette da copyright dovranno essere accompagnate da un'autorizzazione scritta del proprietario del copyright. Si raccomanda agli Autori di inviare dapprima una bozza delle figure (nella loro taglia originale) con il manoscritto. Nella loro versione finale, ad accettazione avvenuta del manoscritto, le figure dovranno essere inviate esclusivamente in formato TIFF (con una risoluzione minima di 300 dpi) su di un disco ad alta capacità Zip 100 o su di un CD-rom. Le citazioni nel testo dovranno seguire uno dei seguenti esempi: "...Monterosaro (1869) riportò...", "...Monterosato (1869, 1884) riportò...", "...Verrill & Bush (1900) descrissero...", "De Folin (1867a, 1867b)", "come noto in letteratura (De Folin, 1867a, 1867b; Monterosato, 1869, 1884; Verrill & Bush, 1900)","...du Golfe de Gascogne (Fischer et al., 1872)". Tutte e solo le opere citate nel testo devono essere elencate in ordine alfabetico e cronologico al termine del lavoro.

Riferimenti bibliografici: utilizzare il MAIUSCOLETTO (non il MAIUSCOLO) solo nelle citazioni in Bibliografia, nello stile dei seguenti esempi.

Articoli:

COGNOME ed iniziale del nome di tutti gli autori, anno. Titolo completo. *Nome della rivista per esteso*, **Volume** (fascicolo): prima ed ultima pagina del lavoro.

Es.:

MONTEROSATO T.A., 1880. Conchiglie della zona degli abissi. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **6** (1-4): 50-64.

Libri:

COGNOME ed iniziale del nome di tutti gli autori, anno. *Titolo completo*. Editore, Città di edizione, numero di pagine (e illustrazioni).

Es.:

WILEY E.O., 1980. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic Systematics*. Wiley, New York, 355 pp.

Capitoli di libri:

COGNOME ed iniziale del nome di tutti gli autori (del capitolo), anno. Titolo completo (del capitolo). In COGNOME ed iniziale dell'Editore(i) (Ed. or Eds), *Titolo del libro*. Città di edizione, Editore, pagine relative al capitolo (of the chapter).

Es.:

BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI F. & SPADA G., 1995 Bivalvia, Scaphopoda. In MINELLI A., RUFFO S., & LA POSTA S. (Eds), *Check list delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 17: 80-90.

I manoscritti non conformi alle norme qui esposte non saranno considerati per la pubblicazione. I lavori tassonomici dovranno rispettare sia gli Articoli che le Raccomandazioni del Codice Internazionale di Nomenclatura Zoologica (ICZN, edizione corrente).

Il manoscritto finale dei lavori accettati dovrà essere accompagnato da una versione su CD per computer (MacIntosh o PC), elaborata con uno dei Word processor più comuni (e.g. MS-WORD®, WORDPERFECT®).

PROOF AND REPRINTS

Gli autori riceveranno una copia delle prime bozze; esse dovranno essere corrette a penna rossa in modo chiaro e rispedite al più presto. Sarà richiesto un contributo spese per aggiunte o per i cambiamenti introdotti dopo la composizione tipografica. La Società Italiana di Malacologia provvede 20 estratti gratuiti per ciascun articolo. Altri estratti potranno essere ordinati con la restituzione delle bozze.

RECOMMENDED FORMAT AND INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Manuscripts must be submitted on good quality, white UNI-A4 sheets, double spaced, with at least 3 cm margins. All pages must be numbered consecutively, with tables, figures and legends placed in separate pages; their approximate position in the text should be indicated in the margin but the final composition is decided by the Redaction. The articles should be organised as follows:

Title page: with title of the article, full name(s) of the Author(s), correspondence address (comprehensive of e-mail address, if available), and Key Words (up to ten).

Second page: with Abstract, Riassunto, Resumen or Resumé according to the language used by the Authors in the article. An Extended Abstract, more detailed and containing any useful reference to drive the reader to a quick comprehension of the article (e.g. the diagnostic characters of a species), must follow the Abstract. References to figures, tables and bibliographic citations however, are to be avoided. The extended abstract must be written in English or Italian.

Text Pages: the text should be presented in clear, short sentences and possibly arranged in Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, Tables, Figures and Legends (in separate pages). Avoid footnotes if possible. If necessary, notes will be indicated by a number between parentheses in the text, and placed at the bottom of the relevant page. All abbreviations must be explained in a legend. Only and all the names of genus and species rank must be italicised (or underlined). Each scientific name will be accompained by its authorship and year of publication, the first time it is mentioned in the text. All figures must be numbered progressively with Arabic numerals, and must be cited in the text. Figures must be submitted in separate pages, each with the name of the Author(s) and the title of the paper. Line drawings should be clear and drawn with thin lines in black Indian ink on high-quality white paper, tracing paper, or plastic film, and be at least the final size. When possible the figures should be grouped in plates: the Redaction will operate the final enlargement/reduction in order to fit the iconography to the composed paper. Pictures in the plate must be labelled with Times New Roman lower case letters (Es. Fig. 1a, 1b, etc.). Labelling on the figures (letters and numbers) must be planned in order to have a final height of 2.5-3 mm. Photographs should be clear, with a sufficiently sharp contrast, printed on white paper with a glossy finish, no less than the final size, and should not be mounted on card. Two or more photographs combined in a plate should be similar in tone. Colour illustrations are accepted only if scientifically relevant to the paper. Reproduction of figures protected by copyright is allowed provided that a written permission by the holder of the copyright is furnished along with the manuscript. Authors are advised in the first instance to send drafts of figures (in original size) with the manuscript. In the final version of an acceped manuscript, figures must be sent exclusively in TIFF format (with a minimum resolution of 300 dpi) on a Zip 100 diskette or on a CD-rom. Citation in the text must follow one of the following examples: "...Monterosato (1869) reported...", "...Monterosato (1869, 1884) reported...", "...Verrill & Bush (1900) described...", "De Folin (1867a, 1867b)", "as known from literature (De Folin, 1867a, 1867b; Monterosaro, 1869, 1884; Vertill & Bush, 1900)","...du Golfe de Gascogne (Fischer et al., 1872)". All and only the works cited in the text must be reported alphabetically and chronologically in the references.

References: use SMALL CAPS (not ALL CAPS) for citations in the References, according to the following examples:

Articles:

SURNAMES and initials of all authors, year. Full title. *Journal* (no abbreviations), **Volume** (number): first and last page numbers.

E.g.:

MONTEROSATO T.A., 1880. Conchiglie della zona degli abissi. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **6** (1-4): 50-64.

Books:

SURNAMES and initials of all authors, year. *Complete Title*. Publisher, place of issue, number of pages and plates.

E.g.:

WILEY E.O., 1980. *Phylogenetics: the theory and practice of phylogenetic Systematics*. Wiley, New York, 355 pp.

Chapters in books:

SURNAMES and initials of all authors (of the chapter), year. Complete title (of the chapter). In Names and initials of the Editor(s) (Ed. or Eds), *Title of the book*. Place of issue, Publisher, number of pages (of the chapter).

E.g.:

BEDULLI D., CASTAGNOLO L., GHISOTTI F. & SPADA G., 1995 Bivalvia, Scaphopoda. In MINELLI A., RUFFO S., & LA POSTA S. (Eds), *Check list delle specie della fauna italiana*. Bologna, Calderini, 17: 80-90.

The manuscripts that do not conform to the present guidelines will not be considered for publication. Taxonomic papers must respect both Articles and Recommendation of the International Code of Zoological Nomenclature (ICZN, current edition).

The final version of the accepted papers must be sent as manuscript and on computer diskette (3,5" MacIntosh o PC), prepared by one of the more commonly used word-processor (e.g. MS-WORD®, WORDPERFECT®).

PROOF AND REPRINTS

Authors will receive one set of proofs: they must be clearly corrected only for misprints with red ink and returned with the minimum delay. Extensive changes to the paper at this stage will be charged to the Authors. Twenty reprints are supplied free of charge; additional reprints may be ordered when returning the proofs.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01066 4969

SOMMARIO

- *D. Bedulli, F. Bassignani & A. Bertelli* - **Specie rare nel Censimento della Malacofauna Marina Italiana** 1
- *B. Dell'Angelo & C. M. da Silva* - **Polyplacophora from the Pliocene of Vale de Freixo: Central-West Portugal** 7
- *R. La Perna* - **The Quaternary deep-sea protobranch fauna from the Mediterranean: composition, depth-related distribution and changes** 17
- *F. Bassignani, D. Bedulli & M. Mesoraca* - **Analisi biogeografica della malacofauna marina italiana** 35
- *R. Pesqueira, T. Rodríguez & A. Outeiro* - **La familia Agriolimacidae Wagner, 1935 (Gastropoda, Pulmonata) en la Provincia de Lugo (Noroeste de la Península Ibérica)** 43

Direttore Responsabile: Paolo Crovato
email: paolo.crovato@fastwebnet,it

Coordinamento produzione: EVOLVER srl ROMA
Pre-stampa: EVOLVER srl ROMA
Stampa: BRITANNIA srl ROMA
Finito di stampare il 12 novembre 2003

ISSN 0394-7149